

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-118065

(43)Date of publication of application : 27.04.2001

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

(21)Application number : 11-292847 (71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 14.10.1999 (72)Inventor : FUJII YUSAKU

(54) DEVICE AND METHOD FOR FINGERPRINT COLLATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device and a method for fingerprint collation with higher reliability.

SOLUTION: A fingerprint image is processed into thin lines by a conventional method and then feature points are extracted. The figure points are given IDs respectively and information that the feature points have is managed. As information on a feature point of interest to be collated information showing what relation a ridge where a circumferential feature point is present has from the ridge position of the feature point of interest is stored in addition to the position kind and direction of the feature point of interest. Then the information of the feature point of interest itself is collated and feature points on ridges in the same relation with the ridge position of the feature point of interest are also collated. When the feature point of interest and circumferential feature points have the same position and direction and are different in kind points are lowered to represent the degree of matching. Then the collating results of those circumferential feature points are obtained as points and it is judged whether or

not the points are larger than a threshold to judge whether or not the feature point of interest matches.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A device which compares the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and judges coincidence and disagreement of a fingerprint comprising:

A crest relation acquisition means which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which the focus around the focus of a collation object appears appears in these 1st and 2nd fingerprints.

A collation means compared using the focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint.

[Claim 2] A device which compares the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and judges coincidence and disagreement of a fingerprint comprising:

A virtual focus creating means which generates the virtual focus to the focus of said 1st [the] and the 2nd fingerprint.

In a crest relation acquisition means which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which this virtual focus around the focus of a collation object appears appears in these 1st and 2nd fingerprints and this 1st fingerprint A collation means compared using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has.

[Claim 3] A device which compares the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and judges coincidence and disagreement of a fingerprint comprising:

A virtual focus creating means which generates the virtual focus to the focus of said 1st [the] and the 2nd fingerprint.

A crest relation acquisition means which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which a crest and the surrounding virtual focus when the focus around the focus of a collation object appears appear in these 1st and 2nd fingerprints appears. In this 2nd fingerprint the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint appears. In [compare using the focus of the circumference which it has to the focus of a collation object and] this 1st fingerprint. A collation judgment means to judge coincidence of the focus of this collation object by comparing using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has.

[Claim 4] A method characterized by comprising the following of comparing the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and judging coincidence and disagreement of a fingerprint.

(a) A step which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which the focus around the focus of a collation object appears appears in these 1st and 2nd fingerprints.

(b) A step compared using the focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint.

[Claim 5] A method characterized by comprising the following of comparing the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and judging coincidence and disagreement of a fingerprint.

(a) A step which generates the virtual focus to the focus of said 1st [the] and the 2nd fingerprint.

(b) In a step which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which this virtual focus around the focus of a collation object appears appears in these 1st and 2nd fingerprints and the (c) this 1st fingerprint A step compared using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has.

[Claim 6] A method characterized by comprising the following of comparing the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and judging coincidence and disagreement of a fingerprint.

(a) A step which generates the virtual focus to the focus of said 1st [the] and the 2nd fingerprint.

(b) A step which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which a crest and the surrounding virtual focus when the focus around the focus of a collation object appears appear in these 1st and 2nd fingerprints appears (c) In this 2nd fingerprint the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint appears In

[compare using the focus of the circumference which it has to the focus of a collation object and] this 1st fingerprint A step which judges coincidence of the focus of this collation object by comparing using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd

fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has.

[Claim 7] A recording medium which recorded a program which makes a computer realize how to compare the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and to judge coincidence and disagreement of a fingerprint comprising:

A step from which this method acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which the focus around the focus of a collation object appears appears in the (a) this 1st and 2nd fingerprints.

(b) A step compared using the focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint.

[Claim 8] A recording medium which recorded a program which makes a computer realize how to compare the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and to judge coincidence and disagreement of a fingerprint comprising:

A step to which this method generates the virtual focus to the focus of the (a) above 1st and the 2nd fingerprint.

(b) In a step which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which this virtual focus around the focus of a collation object appears appears in these 1st and 2nd fingerprints and the (c) this 1st fingerprint A step compared using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has.

[Claim 9] A recording medium which recorded a program which makes a

computer realize how to compare the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand to judge coincidence and disagreement of a fingerprint comprising:

A step to which this method generates the virtual focus to the focus of the (a) above 1st and the 2nd fingerprint.

(b) A step which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which a crest and the surrounding virtual focus when the focus around the focus of a collation object appears appear in these 1st and 2nd fingerprints appears (c) In this 2nd fingerprint the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint appears In

[compare using the focus of the circumference which it has to the focus of a collation object and] this 1st fingerprint A step which judges coincidence of the focus of this collation object by comparing using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a fingerprint collation device and a collation method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years it follows on a computer being introduced into an extensive social system and concern has gathered for security.

Conventionally the ID card and the password have been used as a personal identification means in the case of the entrance into a room to a computer labor terminal use. However as for them many technical problems are left behind in respect of security.

[0003] As a personal identification means more reliable than a password the individual collation art using biological information attracts attention. The reliability will become very high if personal identification is carried out using biological information peculiar to an individual.

[0004] One of the biological information which can be used for personal identification has a fingerprint. It is said that a fingerprint has two major features of "being "unique throughout the world" and permanent throughout the life" and it is considered the leading means of personal identification. In recent years many research and development are done to the individual collation system which used the fingerprint.

[0005] As biological information which can be used for individual collation there are a fingerprint a voice print the iris vasa-sanguinea-retinae distribution map a signet c. These are measured with various sensors such as a CCD camera and are changed into electronic intelligences such as a picture. Then various information processing is carried out to the biological information acquired by the sensor and the information used as a key required for living body collation is extracted. This living body key information and an individual's living body key information registered beforehand are compared and personal identification is performed.

[0006] A fingerprint is considered as concrete biological information. Human being's fingertip has fine unevenness. A sequence of heights is called crest. The crest forms the various crests peculiar to an individual. The point (turning point) which will be divided into two if the crest is followed and the point (corner point) of the dead end are collided with. Since distribution of this turning point and corner point changes altogether with people it is called the focus of a fingerprint. Collation of focus distribution is used as a leading means for specifying an

individual. In fingerprint authentication coincidence of the position of these focus a kind and a direction is confirmed and it is being investigated whether it is the same fingerprint.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Collation of the conventional fingerprint was mainly performed by collation of the crest length during the focus (for example refer to JP11-195119A). However collation of only crest length may be insufficient and the further improvement-ization of the collation performance about fingerprint authentication is called for. That record is not efficient although the data of crest length will be recorded on some fingerprint data in this method. That is there is a tendency for fingerprint data size to become large.

[0008] The technical problem of this invention is providing a more reliable fingerprint collation device and a method for the same.

[0009]

[Means for Solving the Problem] A device [in / in this invention / the 1st side of this invention] compares the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and a device which judges coincidence and disagreement of a fingerprint is characterized by comprising the following:

A crest relation acquisition means which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which the focus around the focus of a collation object appears appears in these 1st and 2nd fingerprints.

A collation means compared using the focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint.

[0010] A device [in / in this invention / the 2nd side of this invention] compares the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and a device which judges coincidence and disagreement of a fingerprint is characterized by comprising the following:

A virtual focus creating means which generates the virtual focus to the focus of said 1st [the] and the 2nd fingerprint.

A crest relation acquisition means which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which this virtual focus around the focus of a collation object appears appears in these 1st and 2nd fingerprints.

A collation means compared using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint.

[0011]A device [in / in this invention / the 3rd side of this invention] compares the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and a device which judges coincidence and disagreement of a fingerprint is characterized by comprising the following:

A virtual focus creating means which generates the virtual focus to the focus of said 1st [the] and the 2nd fingerprint.

A crest relation acquisition means which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which a crest and the surrounding virtual focus when the focus around the focus of a collation object appears appear in these 1st and 2nd fingerprints appears.

In this 2nd fingerprint the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint appearsIn [compare using the focus of the circumference which it has to the focus of a collation objectand] this 1st fingerprintA collation judgment means to judge coincidence of the focus of this collation object by comparing using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has.

[0012]A method [in / in this invention / the 1st side of this invention] compares the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and a method of judging coincidence and disagreement of a fingerprint is characterized by comprising the following:

- (a) A step which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which the focus around the focus of a collation object appears appears in these 1st and 2nd fingerprints.
- (b) A step compared using the focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint.

[0013]A method [in / in this invention / the 2nd side of this invention] compares the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and a method of judging coincidence and disagreement of a fingerprint is characterized by comprising the following:

- (a) A step which generates the virtual focus to the focus of said 1st [the] and the 2nd fingerprint.
- (b) A step which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which this virtual focus around the focus of a collation object appears appears in these 1st and 2nd fingerprints.
- (c) A step compared using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint.

[0014]A method [in / in this invention / the 3rd side of this invention] compares the 1st acquired fingerprint and the 2nd fingerprint registered beforehand and a

method of judging coincidence and disagreement of a fingerprint is characterized by comprising the following:

(a) A step which generates the virtual focus to the focus of said 1st [the] and the 2nd fingerprint.

(b) A step which acquires a relation to a crest in which the focus of this collation object of a crest in which a crest and the surrounding virtual focus when the focus around the focus of a collation object appears appear in these 1st and 2nd fingerprints appears.

(c) In this 2nd fingerprint the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object which a crest in which the focus of the circumference of this appears has in this 1st fingerprint appearsIn [compare using the focus of the circumference which it has to the focus of a collation objectand] this 1st fingerprintA step which judges coincidence of the focus of this collation object by comparing using the virtual focus of the circumference which has the same relation as a relation with a crest in which the focus of this collation object appears to the focus of a collation object in this 2nd fingerprint which a crest in which the virtual focus of the circumference of this appears has.

[0015]Since it compares about the focus around the focus of a collation object including a relation of a crest from the focus of a collation object according to this inventionaccurate fingerprint authentication which is not obtained only from collation of a position of the surrounding focusa directionand a kind can be performed.

[0016]Since it can compare in a form reflecting crest structure around the focus even if a form of the focus changes with a difference and sweat of press of the actual focus at the time of fingerprinting by generating the virtual focus and comparing using thisfingerprint authentication strong against change of the focus of a fingerprint can be performed.

[0017]Fingerprint authentication stronger against distortion of a fingerprintadhesion of a defect and a cresta cracketc. can be performed by using

together a relation and the virtual focus of a crest from the focus of a collation object.

[0018]

[Embodiment of the Invention]In the embodiment of this inventionit is referring to the information on the relation condition of the crest of the one focus which should be comparedand other focusand the feature point information of the focus connected by the relation condition of a crestand the crest structure of the focus circumference which should be compared is compared.

[0019]In the embodiment of this inventionwhen it has other feature point information with which the one focus was relatedother feature point information is managed using the identifier assigned at each focus.

[0020]And since according to the embodiment of this invention the characteristic information of the nearby focus is referred to when comparing a certain focusaccuracy can improve collation of the focus. Since it distinguishes whether the kind of nearby focus is a corner pointor it is a turning pointdetailed collation at the time of changing from a turning point or a turning point to a corner point can be performed from a corner point. As a resultimprovement in collation performance is expectable.

[0021]Since feature point information is managed using the identifier of the focus two or more data is not scattered and fingerprint data can be expressed efficientlythe amount of fingerprint data becomes small.

[0022]There are a portion (corner point) which goes and stopsand a branching portion (turning point) in the crest of a fingerprint. distribution of this corner point and a turning point -- each person -- it can be judged by a difference and usually comparing this distribution whether two fingerprints are the same. For examplewhen comparing two fingerprintsall the focus contained in each fingerprint is extractedand each focus is compared one by one. Comparison of the focus is performed by comparing the positiona kind (a corner point or a turning point)a directionetc. If these are in agreement within limits decided beforehandit will judge with having compared the focus. When this compared

focus exceeds a predetermined rate to all the numbers of the focus with the whole fingerprint it is judged that those two fingerprints compared.

[0023] Conventionally collation of each focus was performed by collation of the position of the focus, the kind and the direction. However, only by these collations since sufficient collation performance is not obtained, a collating condition may be made severe. There are the method of comparing the crest number inserted between the focus, the crest length during the focus etc., for example etc. in it.

[0024] In the embodiment of this invention, the information about a crest is used for collation besides the position of the focus which is the conventional feature point information, a kind and a direction. Here, the direction of the focus is defined as follows as an example.

[0025] Drawing 1 is a figure explaining the definition of the direction of the focus. The direction of the focus is defined by detecting the ridge direction contained in the fingerprint image which should be detected.

[0026] How to detect a ridge direction from the fingerprint thin line image which carried out thinning of the inputted fingerprint image as one example of the detecting method of a ridge direction using Hough transformation can be considered. Please refer to P572-P573 of an image-analysis handbook (University of Tokyo Press) for Hough transformation. Each step of the detecting method of a ridge direction consists of the following steps.

- 1) Generate a fingerprint thin line image from the extracted fingerprint image.
- 2) Divide a fingerprint thin line image into the block area which is a grade containing several small-gage wires.
- 3) To each block area carry out Hough transformation of the small-gage wire pixel of a crest and extract linear components. The extracted linear components show the partial ridge direction of the block.
- 4) Ask for a global ridge direction by taking an average with the ridge direction of an own block and peripheral blocks.

[0027] Thus a ridge direction is detected first. Next also in a turning point's

case although it is the direction of the focus when the focus is a corner point the direction of the focus is set up in parallel with the direction of the crest detected as mentioned above. And like 1 of drawing 1 when the focus is a corner point let the direction to which the crest has extended be the direction of the focus (corner point). Like 2 of drawing 1 when the focus is a turning point let the direction whose number of the crest is increasing be the direction of the focus (turning point).

[0028] Drawing 2 is a figure explaining a 1st embodiment of the focus collation method of this invention. The focus shown in the center with a circle by drawing 2 is the focus which will compare from now on and will call this the attention focus from now on. It is square and the shown focus is the focus near the attention focus and is made to call this a nearby feature point. The crest which serves as a zero-order crest and its n book in a crest connected to the attention focus is made to call it the n-th crest and - n-th crest (in the case of the :said figure in which a natural number and numerals show a direction with specific neighbors has taken the upper part of the drawing to the positive direction) respectively.

[0029] The attention focus has the information about a nearby feature point connected to the m-th crest (m is an integer). Collation of the attention focus is collation of this nearby feature point and performs coincidence and an inharmonious judgment. As a result since the nearby feature point is compared it will compare with collation of the attention focus also including the crest structure of the attention focus circumference. From now on the focus connected to this m-th crest will be called the m-th order main relation focus. The m-th crest and the m-th order main relation focus will be doubled and it will be called relevant information.

[0030] Although it compares within a text or expression of being in agreement comes out this expresses the meaning that it is in agreement within the limits of predetermined. Drawing 2 and drawing 3 are the figures explaining the collation method of a 1st embodiment of the attention focus of this invention.

[0031] Drawing 2 is the fingerprint registered beforehand and it is considered as the fingerprint which drawing 3 is going to compare. First in this

embodiment search of the focus of the input fingerprint which is in agreement at each focus of a registration fingerprint compares the focus about a possible combination and considers that they are the focus which was in agreement in what has the among these highest score. This processing is processing currently performed conventionally and uses the following methods by this embodiment further. Also in other below-mentioned embodiments it is assumed that it is the requisite to perform search of the focus in agreement currently performed conventionally. However this invention is not limited only to combination with the searching method of the conventional coincidence focus.

[0032] In the focus collation method of this embodiment the feature point information of the m-th order main relation focus is given corresponding to each focus. For example although drawing 4 is a figure showing the data structure in the case of storing feature point information in drawing 2 the data corresponding to attention focus ID11 has the information about the following focus of ID9-ID13.

- The kind of the position and focus of the focus (are they a corner point or a turning point?)
- The direction and the zero-order crest of the focus are connected with the focus of ID10.
- The primary crest is connected with the focus of ID9.
- The secondary crest is connected with the focus of ID9.
- The primary [-] crest is connected with the focus of ID12.
- The secondary [-] crest is connected with the focus of ID13.

[0033] Thus the data of the one focus has the information about the crest connected at the focus other than the information on the focus itself. When each focus was managed by the identifier and the information on the focus of ID9 and ID10 is needed for collation of the focus of ID11 for example data retrieval is performed for ID9 and ID10 to a key the entry of the focus ID9 and ID10 is looked for and information including the position of the focus of ID9 and ID10 a kind of method etc. is extracted from this inside. For example these information is as follows.

- The focus of ID9 is the right from kind:turning point and coordinates: (100150) and the direction:left.
- The focus of ID10 is the left from a kind:turning pointcoordinates (90160)and the direction:right.

[0034]The data corresponding to the attention focus of drawing 3 has the following information about the focus and those feature point information of ID1-ID5 similarly.

- The direction and the zero-order crest of the kind and the focus of the position and the focus of the focus are connected with the focus of ID2.
- The primary crest is connected with the focus of ID1.
- The secondary crest is connected with the focus of ID1.
- The primary [-] crest is connected with the focus of ID4.
- The secondary [-] crest is connected with the focus of ID5.

[0035]Collation of the attention focus of drawing 2 and the attention focus of drawing 3 is performed as follows. Firstthe zero-order main relation focus is compared. That isif other focus (ID10 of drawing 2ID2 of drawing 3) connected to the zero-order crest is the same focusit will judge with the relation about the zero-order crest of the attention focus of drawing 2 and drawing 3 being the same.

[0036]The collation of the focus of ID10 of drawing 2 and ID2 of drawing 3 can use a collation method as usual. For exampleif the position of the focusthe kindand the direction are in agreement within the limits of a predetermined valueit will be regarded as the same focus.

[0037]Similarlyit compares about a primary cresta secondary crest-primary crestand -secondary crest. Collation of the n-th crest about the attention focus of drawing 2 and drawing 3 is as follows.

- The crest structure of a secondary crest is in agreement. (ID9 of drawing 2 and ID1 of drawing 3 are the same focus)
- The crest structure of a primary crest is in agreement. (ID9 of drawing 2 and ID1 of drawing 3 are the same focus)
- The crest structure of a zero-order crest is in agreement. (ID10 of drawing 2

and ID2 of drawing 3 are the same focus)

- The crest structure of a primary [-] crest is in agreement. (ID12 of drawing 2 and ID4 of drawing 3 are the same focus)

- The crest structure of a secondary [-] crest is inharmonious. (Focus when ID13 of drawing 2 differs from ID5 of drawing 3)

At the last it is judged whether the attention focus of a registration fingerprint and the attention focus of an input fingerprint carry out collation coincidence in consideration of all of collation of such crest structures.

[0038] A score method performs the judgment method for example. In collation of the above-mentioned crest structure the crest from the 2nd [-] order to the 2nd order is compared. If the crest structure of one degree is in agreement it will be considered as one point for example if these collation scores total [more than] three it judges with having compared this attention focus.

[0039] Thus the relevant information of the focus is compared for every focus and the number of the focus which carried out collation coincidence is counted. The case where this number of the focus of rates which carried out collation coincidence exceed a predetermined value among the focus contained in the fingerprint when the focus more than a predetermined number compares or when the focus collation score of all the focus exceeds a predetermined value it judges with the fingerprint having been in agreement.

[0040] According to the above-mentioned embodiment although only one piece has chosen the n-th crest (n is positive numbers other than zero) main relation focus as each crest since the focus exists in both sides the each n-th crest may record the relevant information about the two main relation focus.

[0041] In drawing 2 when the attention focus is a corner point when it is a turning point it compares similarly but. In the case of a turning point the focus connected to the zero-order crest is set to three in all. What is necessary is for zero-order collation to perform focus collation about the total combination of the focus connected to this zero-order crest and just to suppose it that what obtained that maximum score is considered as the collation score of the final focus etc.

[0042]Drawing 5 - drawing 8 are flow charts which show processing of a 1st embodiment of the above. In the two focus to compare the subroutine 1 compares the related focus which exists on the Dth crest and computes a collation score.

[0043]The subroutine 2 computes the collation score about a zero-order crest in case the focus to compare is a turning point. Since there are three zero-order crests in the case of a turning point when comparing a total of six kinds of combination of the zero-order crest of the focus to compare is made. For example when the zero-order crest by the side of ABC and an input fingerprint is set to PQ and R for the zero-order crest by the side of a registration fingerprint they are (A-PB-QC-R) (A-PB-RC-Q)

(A-QB-PC-R) (A-QB-RC-P)

(A-RB-PC-Q) (A-RB-QC-P)

***** is made. To each combination a control total score is computed among those the greatest thing is considered as the collation score of a zero-order crest. The subroutine 2 shows this computational procedure.

[0044]First in drawing 5 the focus A and the focus B which are the attention focus judge whether it is the same kind at Step S1. In not being the same kind it progresses to the flow of drawing 8. When it is the same kind it progresses to Step S2. At Step S2 it is judged whether the kind of the focus A and focus B is a corner point. When the kind of focus A and B is a corner point in Step S3 the return value of the subroutine 1 is totaled about the crest of each degree a score is computed and it progresses to Step S6. When the kind of the focus A and focus B is judged not to be a corner point at Step S2 by step S4 the return value of the subroutine 1 is totaled about the crest of degrees other than zero-order at Step S5 a score is computed using the subroutine 2 about a zero-order crest it adds with the score called for by step S4 and a total score is obtained. And it progresses to Step S6 and it is judged whether a total score is larger than a threshold when larger than a threshold it is Step S7 and judges that the focus A and the focus B were in agreement and in below a threshold it is Step S8 and the focus A and the focus B judge that it was inharmonious.

[0045]Drawing 6 is a flow chart which shows processing of the subroutine 1 called by processing of drawing 5. If the subroutine 1 is called the focus A and B will acquire the position of the related focus a kind and a direction from the focus identifier of the related focus of the degree D by step S9. At Step S10 it is judged whether the position and the direction of the related focus of the focus A and the focus B compare. In not comparing in Step S14 it makes a score into zero point. At Step S10 when a decision result is YES it is judged by Step S11 whether the kind of related focus of the focus A and the focus B compares. When a kind does not compare at Step S11 a score is made into 0.5 point at Step S13. When it is judged at Step S11 that a kind compares a score is made into one point at Step S12. And these mark are returned and it returns to the flow of drawing 5 at Step S15 as a value.

[0046] When a kind does not compare making the score into 0.5 point here Since the kind of focus may change when the press to the sensor of a finger differs in the time of extraction of a fingerprint and the time of inputting a fingerprint for collation When the position and the direction are in agreement and only kinds differ it is because the case where it is said that it also has a possibility of being in agreement is taken into consideration by making mark low.

[0047]Drawing 7 is a flow chart which shows processing of the subroutine 2 called by processing of drawing 5. First in Step S16 the combination (duplication is forbidden) of the zero-order crest (three each; the subroutine 2 is called when the focus is a turning point) of the focus A and the focus B is enumerated.

Here combination of a zero-order crest is set to H1-Hn respectively. Next the one combination Hi of a zero-order crest is taken up at Step S17. And in Step S18 a score is computed as $D = 0$ using the subroutine 1 of drawing 6. When it judges whether it calculated to all the combination and calculation has finished with Step S19 about no combination it progresses to Step S17 and processing is repeated. At Step S19 when it is judged that calculation finished about the combination of all the zero-order crests by considering as the score S what has the maximum among score Si to the group of two or more zero-order crests computed by

progressing to Step S20 it has the return value S and returns to processing of drawing 5 by Step S21.

[0048] Drawing 8 is a flow chart which shows the processing after branching in Step S1 of processing of drawing 5. When it becomes clear at Step S1 of drawing 5 that the focus A and the focus B are not the same kind it progresses to Step S22 of drawing 8. In Step S22 every one positive degree of the related focus by the side of a corner point is lowered among the focus A and the focus B. This is later mentioned for details reflecting the crest of each degree being influenced when the focus changes into a turning point and a corner point from a corner point from a turning point. Next in Step S23 the score S1 to crests other than zero-order is computed using the subroutine 1 of drawing 6. Next in Step S24 a score is computed using the subroutine 2 of drawing 7 about a zero-order crest and it adds to the score called for at Step S23. At Step S25 the degree of the relevant information of the focus A and the focus B is returned. Next in Step S26 every one negative degree of the related focus by the side of a corner point is raised among the focus A and the focus B. And in Step S27 the score to crests other than a zero-order crest is computed using the subroutine 1 of drawing 6. Next in Step S28 using the subroutine 2 of drawing 7 a score is computed about a zero-order crest and it adds to the score of Step S28 and asks for the total score S2. In Step S29 the degree of the relevant information of the focus A and the focus B is returned and in Step S30 he sets up the larger one of S1 and S2 for which it asked above as the score S and follows it to Step S6 of drawing 5.

[0049] Drawing 9 and 10 are the figures showing a 2nd embodiment of the focus collation method of this invention. Let the fingerprint which has registered drawing 9 beforehand and drawing 10 be the fingerprints which will compare from now on. According to a 2nd embodiment crest number data is also added to a 1st embodiment. First the focus collation method at the time of using crest number data is explained.

[0050] Collation of attention focus ID7 in drawing 9 as well as the 1st focus collation is performed using a nearby feature point. From now on when the

number of the crest which is between the attention focus and a nearby feature point is n book the nearby feature point will be called the n -th nearby feature point (n is zero or more integers).

[0051]The attention focus has the information about the n -th nearby feature point. Collation of the attention focus compares this n -th nearby feature point and performs coincidence and an inharmonious judgment. Since the n -th nearby feature point is compared it is exactly comparing the crest structure of collation of the attention focus i.e. the attention focus circumference.

[0052]The attention focus has the crest number and the feature point information of a nearby feature point by a nearby feature point. For example in drawing 9 attention focus ID7 has the following n -th nearby feature point information.

- Zero-order nearby feature points are ID6 and ID8.
- Primary nearby feature points are ID5 and ID9.
- A secondary nearby feature point is ID10.

[0053]With these information the feature point information of the focus of each identifier is also recorded. For example it is as follows.

- The focus of ID9 is the right from kind: turning point and coordinates: (100150) and the direction: left.
- The focus of ID10 is the bottom from kind: turning point and coordinates: (90180) and direction:.

[0054]The attention focus is compared by performing focus collation to each of a nearby feature point. First a zero-order nearby feature point is compared. A zero-order nearby feature point is focus ID3 and focus ID6 in drawing 10. Since there are two or more zero-order nearby feature points respectively there is some combination of the zero-order nearby feature point which should be compared in a registration fingerprint and an input fingerprint. Therefore it compares to total combination. The combination is as follows.

1. (focus ID3 of focus ID6 of drawing 9 and drawing 10 is compared) -- and (focus ID9 of drawing 9 and focus ID6 of drawing 10 are compared)
2. (focus ID6 of drawing 9 and focus ID6 of drawing 10 are compared) -- and

(focus ID3 of focus ID9 of drawing 9 and drawing 10 is compared)

Collation of each focus is the same as the time of the 1st focus checking method. That is if the position of the focus, the kind and the direction are in agreement within the limits of a predetermined value, it will be regarded as the same focus. As well as the 1st checking method, when the nearby feature point of a lot carries out collation coincidence, it is made into one point. The score of the higher one is considered as the collation score of zero-order crest structure among the combination of the above 1 and 2.

[0055] It compares about the n-th nearby feature point similarly. When there is some combination to compare to a total combination, a collation score is calculated and the thing used as the maximum is considered as the collation score of the n-th nearby feature point.

[0056] Whether the attention focus compares judges by a total score like the 1st checking method. When a total score exceeds a predetermined score, it judges with having compared the attention focus.

[0057] According to a 2nd embodiment, focus collation is performed even if it uses a crest number in this way. According to a 2nd embodiment, the focus collation system and the 1st checking method which use a crest number are mixed. When focus collation is performed by each method and it is judged as the same focus by the either at the time of n-th relation (neighborhood) focus collation, it is judged that the crest structure of the n-th crest is in agreement. If it does in this way, focus collation can be performed even if one of the relevant information by two nearby feature points is undetectable. This is effective when the crest structure of a fingerprint is not able to be detected selectively.

[0058] Drawing 11 is a functional block diagram of the device which realizes 1st and 2nd embodiments of a fingerprint authentication method. The fingerprint scanner 13 is a fingerprint input device which measures the crest of a fingerprint as a picture. The image storage section 10 is memory storage which saves the fingerprint image under image processing. The picture binarization part 12 is a device which changes the fingerprint image of multiple-value gradation into a

binary gradation fingerprint image and is well known by the person skilled in the art from the former. The picture thinning part 11 is a device which extracts the core wire of a crest from the fingerprint image by which binarization was carried out. The feature point extraction part 15 is a device which extracts a fingerprint feature point from the fingerprint image by which thinning was carried out. The feature-point-information primary detecting element 16 is a device which detects each feature point information (a position and a direction) of the focus from a thin line image and detects the direction of the focus based on the definition explained by drawing 1. The main relevant information extraction part 17 is a device which extracts the main relation focus of each focus from a thin line image. The fingerprint center position primary detecting element 14 is a device which detects the center position of a fingerprint. The fingerprint information storage part 18 memorizes the obtained feature point information, the relevant information, and the fingerprint center position as one fingerprint information in all. The registered-fingerprint-information storage parts store 20 stores as a database the fingerprint information registered beforehand. The fingerprint collating part 19 compares two fingerprint information and judges whether it is the same fingerprint. The collated result indicator 21 displays a collated result.

[0059] Hereafter each part is explained for operation procedures in detail later on. Drawing 12 is a flow chart which shows the operation procedures of the device of drawing 11. First a multiple-value fingerprint image is extracted with the fingerprint scanner 13 (Step S40). The extracted multiple-value fingerprint image is memorized by the image storage section 10. The picture binarization part 12 carries out binarization of the multiple-value fingerprint image (Step S41) and the image storage section 10 is made to memorize it again. In order to obtain the core wire of a fingerprint crest from the fingerprint image by which binarization was carried out, thinning of the picture thinning part 11 is carried out. The fingerprint image by which thinning was carried out is again memorized by the image storage section 10. The fingerprint center primary detecting element 14 detects a fingerprint center from a multi-valued image or a binarization picture

(Step S42). The technique of some [detection system / based on fingerprints / former] is known.

[0060]The feature point extraction part 15 extracts the feature point position of a fingerprint from the fingerprint image by which thinning was carried out (Step S43). The focus information extraction part 16 detects the feature point information of the position of the focus and a direction from a feature point position and a thin line image (Step S44). Similarly the main relevant information extraction part 17 extracts the focus used as the main relation and detects the main relevant information from a feature point position and a thin line image (Step S45).

[0061]The fingerprint information storage part 18 makes collectively the fingerprint center position, feature point information and the main relevant information which were collected one fingerprint information and memorizes it (Step S46). The registered-fingerprint-information storage part 20 is a database which has registered the fingerprint information measured beforehand.

[0062]The fingerprint collating part 19 compares with the generated fingerprint information and the specific registered fingerprint information registered beforehand (Step S47). A collation method is comparing each focus as already explained and it confirms coincidence and disagreement of a fingerprint.

[0063]A collation procedure is explained in detail. The fingerprint which confirms whether it is in agreement with a registration fingerprint and a registration fingerprint in the fingerprint information registered hereafter will be called an input fingerprint. First position ***** of a registration fingerprint and a collation fingerprint is performed. The positions of the fingerprint in a fingerprint image differ in the degree of extraction of a fingerprint image. Therefore if a common axis of coordinates is not set up between a registration fingerprint and an input fingerprint, collation of a feature point position cannot be performed. As a common axis of coordinates, the axis of coordinates which makes a fingerprint center the starting point is taken for example. It is also possible to set up a common axis of coordinates by taking the others and specific focus at the starting point.

[0064]Nextit compares using a 1st embodiment of the above-mentioned focus checking method about each focus. Focus collation is performed to a total combination of the focus of a registration fingerprint and an input fingerprint. The procedure of focus collation is shown below.

[0065]One group of the focus of step 1 registration fingerprint and the focus of an input fingerprint is chosen.

When the focus coordinates of step 2 registration fingerprint and the focus coordinates of an input fingerprint are not in agreement within the limits of predeterminedthe two focus judges with it not being the same focusand returns to Step 1.

[0066]Step 3 The group of the two focus is compared in accordance with the focus collation method of the above firstand a collation score is computed. When a collation score exceeds a predetermined valueit judges with the group of the focus being the same focus. Behindit returns to Step 1 and focus collation is performed about other focus pairs. The focus in which the same focus was found is not made into the candidate of a focus pair who performs future collation.

[0067]In the above-mentioned procedurethe existence of the existence of the same focus is investigated about all the focus. When the same number of the focus exceeds a predetermined value eventuallyit judges with a registration fingerprint and an input fingerprint being the same fingerprints. To the total number of the focusas a result of collationthe method of a judgment of the same fingerprint may be judged to be the same fingerprintwhen the rate of the number of the focus judged to be the same exceeded the predetermined valueor when the sum total score of each focus collation score exceeds a predetermined value.

[0068]And at Step S48a collated result is displayed and processing is ended. Nextin a 3rd embodiment of a focus checking methodit compares using the virtual focus. The foundations of a collation method are the same as a 1st embodiment of a focus checking method.

[0069]Before collecting the relevant information of the attention focusthe virtual focus is set up on a fingerprint image. Herelet the virtual focus be a projecting

position to the crest of the neighbors of the focus which exists really. Although a line is drawn at right angles to the direction of a crest from a certain focus and projection methods include methods such as making into the virtual focus the place at which the next crest was crossed it is good even when it is not necessary to necessarily draw a line at right angles to the direction of a crest and is slanting. Or the virtual focus may completely be set up on the next crest using an option and what is necessary is just to provide the corresponding virtual focus to a certain focus on the crest of the next door of a crest where the focus appears so that it may be located.

[0070] Drawing 13 is a figure showing the example of the virtual focus (projection focus). The identifier of the virtual focus is coincided with the identifier of the projecting agency focus. That is projecting agency feature point information is used as feature point information of the virtual focus.

[0071] The attention focus of drawing 13 has the following relevant information. It has virtual feature point information in another position of fingerprint data.

- The zero-order crest is connected with virtual focus ID9.
- The primary crest is connected with virtual focus ID12.
- The secondary crest is connected with virtual focus ID8.
- The primary [-] crest is connected with virtual focus ID13.
- The secondary [-] crest is connected with virtual focus ID12.

[0072] The typical example of a data structure is shown in drawing 15. It is registered how many virtual focus in an identifier exist in the m-th crest (m is an integer) that the position, the kind and the direction were registered to attention focus ID11 as shown in drawing 15 and also was described above.

[0073] Collation of the attention focus is performed like a 1st embodiment. A different portion is just going for a 1st embodiment to perform focus collation for the place which was comparing the nearby feature point of existence to the virtual focus.

[0074] Collation of the virtual focus is performed by collation of the focus of the projection origin. For example in drawing 13 when comparing virtual focus ID12 it

compares about real focus ID12 and if it is in agreement it will judge with virtual focus ID12 being in agreement.

[0075] Other collation procedures are completely the same as a 1st embodiment.

That is if drawing 13 is made into a registration fingerprint and drawing 14 is made into an input fingerprint the attention focus which should be compared will be determined first. Here at drawing 13 it is the focus of ID11 and suppose that it is the focus of ID5 by drawing 14. drawing 13 and 14 -- it is alike respectively and it receives and investigates which virtual focus appears about the n-th surrounding crest of the attention focus. [next] For example in drawing 13 and each of 14 the attention focus ID11 and ID5 has the virtual focus which exists in the nearest position on each crest from each of the attention focus ID11 and ID5 as relevant information. Drawing 13 and in the case of 14 the crest length from the intersection of the straight line and crest which were drawn at right angles to a ridge direction through the attention focus to the virtual focus was questioned and the shortest virtual focus of the crest length is adopted.

[0076] And the position of ID9 (drawing 13) and ID2 (drawing 14) kind and direction which appear in the zero-order crest are compared and a zero-order crest is compared. In addition it compares as a primary crest a secondary crest and ... one by one in a similar manner.

[0077] Thus since it compares using a relation with a surrounding crest even if the extraction environment of a registration fingerprint and a collation fingerprint differs and the situation of a crest is distorted by comparing using the virtual focus or it changes slightly right collation can be performed. However in the above-mentioned embodiment although the virtual focus has chosen only one piece as each crest there is no restriction in the selected number of the virtual focus and it may be made to compare for every crest by recording two pieces three pieces or a different number for every crest of virtual focus.

[0078] Since the procedure of a 1st embodiment can be used as it is except the point of setting the virtual focus and comparing crest structure using the virtual focus the fingerprint authentication method of this 3rd embodiment is not

described in particular in detail here. A 3rd embodiment can perform higher-precision collation by using with 1st and 2nd embodiments. A 4th embodiment explains the example both used.

[0079]Next a 4th embodiment of the focus collation method of this invention is described. In a 4th embodiment even if the kind of nearby feature point changes it is a method which can perform focus collation correctly.

[0080]When reading a fingerprint image with a fingerprint scanner the kind of focus may change with the state of the skin and the difference of press. For example when the focus measured with the corner point when a fingerprint scanner was touched lightly pushes strongly it may be measured as a turning point.

[0081]According to a 4th embodiment in order to compare by assuming the case where the kind of focus changes even if such a situation occurs focus collation can be performed correctly. A 4th embodiment is realized combining the 1st embodiment and 3rd embodiment.

[0082]From now on the focus connected to the n-th crest will be called the n-th order main relation focus and the virtual focus will be called the n-th order secondary relation focus. Drawing 16 is a figure explaining a 4th embodiment when the kind of focus changes.

[0083]As shown in drawing 16 changes of the kind of focus take place because the crest which formed the corner point by drawing 16 (a) adheres to the next crest. It is the reverse when a turning point changes to a corner point.

[0084]the place which had the original corner point since it was a case where the crest in which the corner point was formed adhered to the next crest when a corner point changed at a turning point -- a turning point occurs in the neighborhood immediately. If the direction of a corner point and a turning point is defined as drawing 1 having explained after changing before changing the ridge direction of the focus will not change.

[0085]If the kind of focus changes when it is the zero-order main relation focus the zero-order secondary relation focus will come to appear in drawing 16 (b) at

drawing 16 (a) for example. When the 1st order main relation focus of drawing 16 (a) changes to a corner point the 1st order secondary relation focus appears like drawing 16 (b). That is if changes of the focus occur the main relation focus will turn into the subrelation focus on the crest of the same degree and the subrelation focus will turn into the main relation focus. Feature point information changes only a kind (a corner point a turning point) with the changes and coordinates and a direction hardly change.

[0086] That is if the main relation focus and the subrelation focus are compared and the coordinates and direction are in agreement within the limits of predetermined and kinds differ changes of the focus have taken place and it can judge with those focus having been the focus same from the first. Thus even if changes of the focus take place it comes to be able to carry out focus collation correctly by comparing.

[0087] Drawing 17 is a figure showing another example of changes of the kind of focus. As shown in drawing 17 (a) the projecting agency focus of the zero-order secondary relation focus presupposes that it was a corner point. This considers the case where it adheres to the next crest like drawing 17 (b). At this time the position and direction of collation of each zero-order secondary relation focus of the that projection former focus correspond and the result that kinds differ is obtained. When all position the directions and kinds were in agreement it was regarded as the same perfect focus but when only kinds differ it can be surmised that changes of the focus took place.

[0088] When it is judged like drawing 16 and drawing 17 that changes of the focus occurred it is regarded as the unstable focus and a small point is assigned to allocation of marks of focus collation. Next drawing 13 and drawing 14 are used and the example of a focus collation method is shown. The fingerprint (registration fingerprint) with which drawing 13 is registered beforehand and drawing 14 are taken as the fingerprint (input fingerprint) which will compare from now on.

[0089] As shown in the example of the data structure of drawing 18 as for the data

to attention focus ID11 in the case of drawing 13 the following information other than the position of ID11 themselves a kind and a direction is stored.

- ID10 and the subrelation focus are ID9 the main relation focus of a zero-order crest.

- ID9 and the subrelation focus are ID12 the main relation focus of a primary crest.

- ID9 and the subrelation focus are ID8 the main relation focus of a secondary crest.

- ID12 and the subrelation focus are ID13 the main relation focus of a primary [-] crest.

- It is main relation focus ID13 of a secondary [-] crest and subrelation focus ID12. [0090] Similarly attention focus ID5 of drawing 14 has the following relevant information.

- ID3 and the subrelation focus are ID2 the main relation focus of a zero-order crest.

- ID2 and the subrelation focus are ID4 the main relation focus of a primary crest.

- ID1 and the subrelation focus are ID2 the main relation focus of a secondary crest.

- Nothing and the subrelation focus are ID4 the main relation focus of a primary [-] crest.

- ID6 and the subrelation focus are ID7 the main relation focus of a secondary [-] crest.

[0091] First a nearby feature point is compared about a zero-order crest. It compares in the main relation focus and the subrelation focus by the same method as a 1st embodiment and a 3rd embodiment. Here zero-order nearby feature point ID3 of zero-order nearby feature point ID10 of drawing 13 and drawing 14 is compared and virtual-near zero-order focus ID9 of drawing 13 and virtual-near zero-order focus ID2 of drawing 14 are compared. In this case since the main relation focus and the subrelation focus carry out collation coincidence about a zero-order crest respectively the collation operation about a zero-order

crest is ended. Supposing it allots one point to each collation the collation score of a zero-order crest is two points.

[0092] Next it compares about a primary crest. It does not rub about a primary crest but collation of the main relation focus and the subrelation focus is performed. Here main relation focus ID9 of drawing 13 main relation focus ID2 of drawing 14 and subrelation focus ID12 of drawing 13 and subrelation focus ID4 of drawing 14 are compared. In collation of main relation focus ID9 of drawing 13 and main relation focus ID2 of drawing 14 although the position and the direction of the focus are also suited kinds differ. Therefore it turns out that changes of the focus took place. Therefore the collation score of the 1st order main relation focus is made into 0.5 point. Collation of subrelation focus ID12 of drawing 13 and subrelation focus ID4 of drawing 14 is also the same and although the position and the direction of the projecting agency focus are in agreement kinds differ. Therefore the collation score of the 1st order secondary relation focus is also made into 0.5 point. If it unifies the collation score of a primary crest will turn into one point.

[0093] Next it compares about a secondary crest. In drawing 13 ID9 and the subrelation focus are ID8 the main relation focus of a secondary crest the main relation focus of a secondary crest is ID1 in drawing 14 and the subrelation focus is ID2. Therefore collation coincidence of the collation of the main relation focus is not carried out. Similarly collation coincidence of the collation of the subrelation focus is not carried out. Next it is assumed that changes of the focus took place. That is collation of the main relation focus and the subrelation focus is performed.

[0094] Main relation focus ID9 of the secondary crest of drawing 13 and subrelation focus ID2 of the secondary crest of drawing 14 are compared. In these collations although a position and a direction are in agreement kinds differ. From kinds differing it can check that changes of the focus have taken place to be sure. Therefore the collation score about the main relation focus of the secondary crest of drawing 13 is made into 0.5 point.

[0095] Similarly subrelation focus ID8 of the secondary crest of drawing 13 and

main relation focus ID1 of the secondary crest of drawing 14 are compared. Since the position and the direction of the projecting agency focus are in agreement also in this case and only kinds differ it can check that changes of the focus have taken place to be sure. Therefore the collation score about the subrelation focus of the secondary crest of drawing 13 is made into 0.5 point. If it unifies the collation score of a secondary crest will turn into one point.

[0096] Hereafter it compares similarly about the crest of other degrees. When the collation score of the attention focus is carried out to the last target with the collation score sum total of each crest and the total score exceeds a predetermined value it judges with the attention focus having been in agreement.

[0097] Next a 5th embodiment of the focus collation method of this invention is described. A 5th embodiment is extension of the 1st - a 4th embodiment. That is the method described below is added to the 1st - a 4th embodiment and collation performance is raised.

[0098] According to a 5th embodiment even when the attention focus changes focus collation is performed correctly. By adjusting the degree of a crest even if the kinds of attention focus differ between a registration fingerprint and an input fingerprint collation of the attention focus can be performed.

[0099] Drawing 19 is a figure showing signs that the kind of attention focus changed. If the attention focus changes from a corner point to a turning point or a corner point from a turning point so that drawing 19 may show one degree of the crest in which the main relation focus appears will shift.

[0100] For example if the attention focus which was a corner point adheres to the primary crest side like drawing 19 what was a primary crest until now will change to a zero-order crest. If it thinks the same way all positive degrees will become small one [at a time]. Conversely if the attention focus which was a corner point adheres to the crest by the side of [-] primary every one negative degree -- what was the primary [-] crest becomes a zero-order crest -- will become large.

[0101] When a turning point changes to a corner point it can be considered the above the same way. It is also the same as when counting a crest number.

Therefore what is necessary is just to perform it as follows for example in order to compare the attention focus from which the kind differs.

[0102] The attention focus which is step 1 corner point assumes having adhered to the primary crest side and having become a turning point and compares the attention focus. That is only the degree 1 lowers all the crests of the positive degree of the attention focus by the side of a corner point and a collation score is computed by the same method as the case of the same kind of attention focus.

[0103] The focus which is step 2 corner point assumes having adhered to the - crest [primary] side and having become a turning point and compares the attention focus. That is only the degree 1 raises all the crests of a negative degree and a collation score is computed by the same method as the case of the again same kind of attention focus.

[0104] The larger one is considered as the final collation score of the attention focus between two collation scores above-mentioned [step 3]. It can judge with assumption that the attention focus changed in process of extraction of a fingerprint image by the above-mentioned method when the collation score of the attention focus was high having a high right possibility and being the same focus although those attention focus differs in a kind. Since this assumption may not be right the threshold used in order to judge with it being the same focus in this case may be made severe.

[0105] As mentioned above processing explained with the flow chart of drawing 8 is performed to a 1st embodiment combining a 4th embodiment of the above so that it may understand. Drawing 20 - drawing 24 are the flow charts of processing according to the 4th embodiment and 5th embodiment.

[0106] Drawing 20 is a flow chart which shows the main processings. First the attention focus A and the attention focus B judge whether it is the same kind at Step S50. In not being the same kind it progresses to processing of drawing 23. When the focus A and B is the same kind it progresses to Step S51 and it is judged whether the kind of focus A and B is a corner point. In being a corner point it progresses to Step S52 the subroutine 10 is called and it adds the return

value of a subroutine as a score. And if it adds about the crest of all the degrees it progresses to Step S55.

[0107]When the kind of the focus A and focus B is judged not to be a corner point at Step S51In Step S53a score is added using the subroutine 10 about crests other than a zero-order crestnext a score is added about a zero-order crest in Step S54 using the subroutine 11and it progresses to Step S55.

[0108]From a thresholdin Step S55a total score judges whether it is largeand in being larger than a thresholdIn Step S56when it judges that the focus A and the focus B were in agreement and it is judged that it is Step S55 and is below a thresholdthe focus A and the focus B judge that it was inharmonious (Step S57)and end processing.

[0109]Drawing 21 and 22 are flow charts which show processing of the subroutine 10. Firstthe variable S which sets up a score is initialized to "0" at Step S58. Nextit is judged at Step S59 whether the position and the direction of the Dth order main relation focus of the focus A and the focus B compare. In being in agreementin Step S62it judges whether the kind of Dth order main relation focus of the focus A and the focus B compares. When judgment of Step S62 is YESin Step S64one score S is added and it progresses to Step S65 of drawing 22. In Step S62when it is judged that a kind is not in agreementin Step S630.5 score is added and it progresses to Step S65.

[0110]In Step S59when the position and the direction of the Dth main relation focus of the focus A and B are not in agreementit progresses to Step S60 and it is judged whether it is that the position and the direction of the subrelation focus of the main relation focus of the focus A and the focus B compare (it is in agreement). In not being in agreementit progresses to Step S65 of drawing 22. In Step S60when it is judged that a position and a direction are in agreementin Step S61it is judged whether the kinds of subrelation focus of the main relation focus of the focus A and the focus B differ. When a kind is the sameit progresses to Step S65 of drawing 22. When a kind is judged not to be the sameit progresses to Step S63and 0.5 score is added and it progresses to Step S65 of drawing 22.

[0111]In Step S65it is judged whether the position and the direction of the Dth order secondary relation focus of the focus A and the focus B compare. When a position and a direction are in agreementin Step S68it is judged whether the kind of Dth order secondary relation focus of the focus A and the focus B compares. When a kind is in agreementin Step S70one score is added and it progresses to Step S71. In Step S68when a kind is not in agreementin Step S69a 0.5-point score is added and it progresses to Step S71.

[0112]It is judged whether at Step S65when it is judged that the position and the direction of the Dth order secondary relation focus of the focus A and the focus B do not compareit progresses to Step S66 and the position and the direction of the main relation focus of the subrelation focus of the focus A and the focus B compare. In not being in agreementit progresses to Step S71. When in agreementin Step S67it is judged whether the kinds of main relation focus of the subrelation focus of the focus A and the focus B differ. In Step S67when kinds differin Step S690.5 score is added and it progresses to Step S71. In Step S67when a kind is the sameit progresses to Step S71. In Step S71the score S obtained by the above processing is returnedand processing is returned to a main process as a value.

[0113]Drawing 23 is a flow chart which shows processing of the subroutine 11. Firstif the subroutine 11 is calledin Step S72the combination (duplication is forbidden) of the zero-order crest (three; the focus is a turning point in this case) of the focus A and the focus B will be enumerated (H1-Hn). In Step S73the one combination Hi of a zero-order crest is taken up. And in Step S74using the subroutine 10 as $D=0$ about the group of the crest contained in the combination Hi of a zero-order cresta score is computed and the sum total is substituted for variable Si. Nextin Step S75it is judged whether it calculated to all the combination. When judged about no combinationit returns to Step S73 and calculates about other combination. In Step S75when it is judged that calculation finished about all the combinationit progresses to Step S76the maximum of the score Si calculated from two or more combination is set up as the score Sand it

returns to the main processings by considering a return value as the score S at Step S77.

[0114]Drawing 24 is a flow chart which shows the processing performed when the focus A and B is not the same kind of focus in Step S50 of drawing 20. First in Step S78 every one positive degree of the related focus by the side of a corner point is lowered among the focus A and the focus B. And in Step S79 it asks for the score S1 about the crest which is not zero-order using the subroutine 10. In Step S80 it asks for a score using the subroutine 11 about a zero-order crest and in addition to S1 the sum total S1 of a score is searched for.

[0115] Next in Step S81 the degree of the relevant information of the focus A and the focus B is returned and every one negative degree of the related focus by the side of a corner point is raised among the focus A and the focus B in Step S82.

[0116] And in Step S83 the score S2 is computed using the subroutine 10 about the crest which is not zero-order. In Step S84 a score is calculated about a zero-order crest using the subroutine 11 and it adds to the score S2 for which it asked previously. and -- returning the degree of the relevant information of the focus A and the focus B in Step S85 and setting to Step S86 -- either of the scores S1 and S2 -- he sets up the larger one as the composite score S and follows it to Step S55 of drawing 20.

[0117] Drawing 25 and drawing 26 are the figures explaining chain collation. According to the above-mentioned embodiment the physical relationship of the two focus which is in a near place fundamentally is compared and the focus is compared. Therefore focus collation is comparing and comparing only the merely local field with the registration fingerprint and the input fingerprint. As a result in a local domain when it has a well alike crest structure the erroneous decision of fingerprint authentication may be caused. Focus collation is not carried out but what is necessary is to compare globally only in a local domain in order to prevent this. In order to realize this when the focus mutually connected with relevant information carries out collation coincidentally and it has occurred continuously the collation score of each focus is made into a high score. making a

collation score into a high score when the focus which carries out collation coincidence occurs continuously -- that is I hear that importance is attached to the case where crest structure is globally in agreement and it is.

[0118] Hereafter it explains in detail. Some focus may compare in spite of the fingerprint which is different when two fingerprints are compared. for this reason - a threshold is needed for the judgment of whether two fingerprints are the same -- the person himself/herself -- the relation of a trade-off between a refusal error and the taking-in error of others occurs. In spite of a different fingerprint the taking-in error of others has much focus in agreement and is meeting the coincidence decision standard.

[0119] If a focus collated result in case the taking-in error of others occurs is observed the focus which carried out collation coincidence is scattered in the whole fingerprint image in many cases. For example when two n-th crest drawings are compared by the embodiment of this invention suppose that it judges with the focus having been in agreement. The portions which have succeeded in collation of this attention focus are locally scattered and fulfill the conditions which carry out collation coincidence as a result by the fingerprint which has generated the taking-in error of others (drawing 25 shows this typically).

[0120] In the case of the fingerprint [same with a natural thing] the neighboring focus of the compared focus is also compared. It is because it can assume that the fingerprint image is formed correctly and the neighboring focus is also extracted correctly in the local domain that the one focus compares this.

(Drawing 26 shows this typically)

Therefore what is necessary is just to check whether the focus which carried out collation coincidence has broken out on a massive scale in order to control the above-mentioned taking-in error of others. The judgment of having broken out on a massive scale should just investigate whether the compared focus is connected via the crest for example.

[0121] Drawing 27 is a flow chart of the processing which investigates whether

the fingerprint which is a 6th embodiment is carrying out collation coincidence continuously. In the flow chart of drawing 27 it is an example calculated up to two chains. The number of the focus which carried out collation coincidence is not counted but the fingerprint coincidence judging of drawing 27 is performed by checking whether the sum total of the focus collation score has exceeded the coincidence decision threshold. The method of a collation judgment is not restricted to what is shown in the figure.

[0122] First the collation score of all the focus is calculated in Step S90. Next the one focus is chosen in order to process among the compared focus at Step S91 paying attention to one. In Step S92 the number of what succeeded in collation among the related focus of the selected focus ($n:n$ is a positive number) is counted. Next the number of what succeeded in collation of the related focus further at Step S93 among the related focus which succeeded in collation ($m:m$ is a positive number) is counted. And in Step S94 the collation score of the focus currently observed is increased according to n and m . For example it carries out double ($1+0.1n+0.2m$). In Step S95 it is judged whether it calculated to all the focus. When the calculation to all the focus has not finished it returns to Step S91 and calculates similarly about other focus. In Step S95 when it is judged that the calculation to all the focus has finished in Step S96 the collation score of all the focus is calculated and it is judged in Step S97 whether the collation score sum total of the focus is larger than a threshold. When a total score is larger than a threshold it is judged at Step S98 that the fingerprint was in agreement. When a total score is below a threshold it is judged at Step S99 that a fingerprint is inharmonious.

[0123] Drawing 28 is a figure explaining a 7th embodiment. The relevant information which the attention focus has is as follows when drawing 28 is made into an example.

1)

- The nearby feature point A is connected with the 4th crest.
- The crest number which is between the nearby feature point A (it is also called

the connection focus in the meaning referred to as connecting with the 4th crest) and the attention focus is two (the crest number which is between this nearby feature point and the attention focus is detected from a fingerprint image like the above-mentioned embodiment).

- The kind of connection focus is a turning point.

2)

- The nearby feature point B acquires ...thus the information same about each nearby feature point as 1.

[0124] Collation of a nearby feature point compares such relevant information. That is if the degree of a crest (the number of the crest by the connection focus) and the form of the connection focus are in agreement at the time of collation of a nearby feature point it will judge with the crest structure by the nearby feature point having been in agreement. The coincidence/disagreement of the attention focus judges with coincidence when the number of the congruous nearby feature points exceeds a predetermined value.

[0125] According to a 7th embodiment, the number of the focus in the field surrounded by the dotted line shown by drawing 28 and the 4th crest will be checked. To modification and rotation of a fingerprint if it does in this way since it is eternal, the degree of a crest (the number of a crest) and the form of the focus are stabilized and can perform collation. Namely a finger can be correctly compared now to modification of the fingerprint by the difference in a power degree when pushing on a fingerprint scanner.

[0126] How to count the number of the crest between the connection focus and the attention focus in this embodiment: How to be able to consider various methods and for how like the above-mentioned embodiment to count the method of also counting the crest in which the connection focus appears, the method of counting the crest of both in which the connection focus and the attention focus appear, and the crest in which the connection focus appears not to count but to count the crest in which the attention focus appears etc. can be considered. If the nearby feature point checking method of a 7th embodiment is combined with the

1-5th embodiments collation performance will improve.

[0127] Drawing 29 is a figure showing the functional block diagram of the device which realizes the 3rd - a 7th embodiment. In the figure the same reference mark is given to the same component as drawing 11 and explanation is omitted.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a figure explaining the definition of the direction of the focus.

[Drawing 2] It is a figure (the 1) explaining the collation method of a 1st embodiment of the attention focus of this invention.

[Drawing 3] It is a figure (the 2) explaining the collation method of a 1st embodiment of the attention focus of this invention.

[Drawing 4] It is a figure showing the data structure in a 1st embodiment.

[Drawing 5] It is a flow chart (the 1) which shows processing of a 1st embodiment.

[Drawing 6] It is a flow chart (the 2) which shows processing of a 1st embodiment.

[Drawing 7] It is a flow chart (the 3) which shows processing of a 1st embodiment.

[Drawing 8] It is a flow chart (the 4) which shows processing of a 1st embodiment.

[Drawing 9] It is a figure (the 1) showing a 2nd embodiment of the focus collation method of this invention.

[Drawing 10] It is a figure (the 2) showing a 2nd embodiment of the focus collation method of this invention.

[Drawing 11] It is a functional block diagram of the device which realizes 1st and 2nd embodiments of a fingerprint authentication method.

[Drawing 12] It is a flow chart which shows the operation procedures of the device of drawing 11.

[Drawing 13] It is a figure (the 1) showing the example of the virtual focus (projection focus).

[Drawing 14] It is a figure (the 2) showing the example of the virtual focus (projection focus).

[Drawing 15]It is a figure showing the typical example of a data structure.

[Drawing 16]It is a figure explaining a 4th embodiment when the kind of focus changes.

[Drawing 17]It is a figure showing another example of changes of the kind of focus.

[Drawing 18]It is a figure showing the example of a data structure.

[Drawing 19]It is a figure showing signs that the kind of attention focus changed.

[Drawing 20]It is a flow chart (the 1) of processing according to the 4th and a 5th embodiment.

[Drawing 21]It is a flow chart (the 2) of processing according to the 4th and a 5th embodiment.

[Drawing 22]It is a flow chart (the 3) of processing according to the 4th and a 5th embodiment.

[Drawing 23]It is a flow chart (the 4) of processing according to the 4th and a 5th embodiment.

[Drawing 24]It is a flow chart (the 5) of processing according to the 4th and a 5th embodiment.

[Drawing 25]It is a figure (the 1) explaining chain collation.

[Drawing 26]It is a figure (the 2) explaining chain collation.

[Drawing 27]It is a flow chart of the processing which investigates whether the fingerprint which is a 6th embodiment is carrying out collation coincidence continuously.

[Drawing 28]It is a figure explaining a 7th embodiment.

[Drawing 29]It is a figure showing the functional block diagram of the device which realizes the 3rd - a 7th embodiment.

[Drawing 30]It is a flow chart which shows the operation procedures of the device of drawing 29.

[Drawing 31]It is a figure showing the example of the hardware constitutions needed when realizing this embodiment by a program.

[Description of Notations]

- 10 Image storage section
 - 11 Picture thinning part
 - 12 Picture binarization part
 - 13 Fingerprint scanner
 - 14 Fingerprint center position primary detecting element
 - 15 Feature point extraction part
 - 16 Focus information extraction part
 - 17 The main relevant information extraction part
 - 18 Fingerprint information storage part
 - 19 Fingerprint collating part
 - 20 Registered-fingerprint-information storage parts store
 - 21 Collated result indicator
 - 19a Fingerprint collating part
 - 30 Virtual focus generation part
 - 31 The Lord and a subrelevant information extraction part
-

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-118065

(P2001-118065A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 6 T 7/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/62

データベース^{*} (参考)

4 6 0 5 B 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願平11-292847

(22) 出願日 平成11年10月14日 (1999.10.14)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 藤井 勇作

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100074099

弁理士 大曾 義之 (外1名)

Fターム (参考) 5B043 4A09 8A02 EA06 EA08 GA04

HA02

(54) 【発明の名称】 指紋照合装置及び照合方法

(57) 【要約】

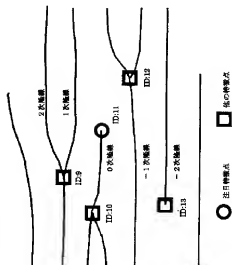
【課題】 より信頼性の高い指紋照合装置及びその方法を提供する。

【解決手段】 指紋画像を従来の方法により細線化した後、特徴点を検出する。特徴点には、それぞれIDが付され、各特徴点の有する情報が管理される。今、照合すべき注目特徴点の情報には、自身の位置、種類、方向の他に、周囲の特徴点が、注目特徴点の隆線位置からどの関係にある隆線に存在するかを示す情報が格納される。そして、注目特徴点の自身の情報を照合すると共に、周囲の特徴点を、注目特徴点の隆線位置と同じ関係にある隆線に載っている特徴点についても照合を行う。また、注目特徴点、周囲の特徴点のいずれも、位置、方向が一致し、種類のみが異なる場合には、得点を下げて照合一致度を表す得点とする。そして、これらの周囲の特徴点の照合結果を得点として得て、閾値以上であるか否かを判断することによって注目特徴点が一致するか否かを判断する。

本発明の注目特徴点の

第1の実施形態の照合方法を説明する図

(その1)



【特許請求の範囲】

【請求項1】取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する装置において、

該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得する隆線関係取得手段と、

該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合する照合手段と、を備えることを特徴とする装置。

【請求項2】取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋とを照合し、指紋の一致・不一致を判定する装置において、

前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成する仮想特徴点生成手段と、

該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の該仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得する隆線関係取得手段と、

該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合する照合手段と、を備えることを特徴とする装置。

【請求項3】取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する装置において、

前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成する仮想特徴点生成手段と、

該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線及び周囲の仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得する隆線関係取得手段と、

該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合し、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合することにより、該照合対象の特徴点の一致を判定する照合判定手段と、を備えることを特徴とする装置。

【請求項4】取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する

方法において、

(a) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、

(b) 該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合するステップと、を備えることを特徴とする方法。

【請求項5】取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋とを照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法において、

(a) 前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、

(b) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の該仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、

(c) 該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合するステップと、を備えることを特徴とする方法。

【請求項6】取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法において、

(a) 前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、

(b) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線及び周囲の仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、

(c) 該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合し、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合することにより、該照合対象の特徴点の一致を判定するステップと、を備えることを特徴とする方法。

【請求項7】取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法をコンピュータに実現させるプログラムを記録した記録媒体において、該方法は、

(a) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴

点の周囲の特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、

(b) 該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合するステップと、を備えることを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項8】 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋とを照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法をコンピュータに実現させるプログラムを記録した記録媒体において、該方法は、

(a) 前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、

(b) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の該仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、

(c) 該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合するステップと、を備えることを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項9】 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法をコンピュータに実現させるプログラムを記録した記録媒体において、該方法は、

(a) 前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、

(b) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線及び周囲の仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、

(c) 該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合し、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合することにより、該照合対象の特徴点の一致を判定するステップと、を備えることを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、指紋照合装置及び指紋照合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、コンピュータが広範な社会システムの中に導入されるに伴い、セキュリティに関心が集まっている。従来、コンピュータ室への入室や端末利用の際の本人確認手段として、IDカードやパスワードが用いられてきた。しかし、それらはセキュリティの面で多くの課題が残されている。

【0003】 パスワードよりも信頼性の高い本人確認手段として、生体情報を利用した個人照合技術が注目されている。個人固有の生体情報を用いて本人確認をする、その信頼性は非常に高いものとなる。

【0004】 本人確認に利用できる生体情報の一つに指紋がある。指紋は、「万人不同」、「終生不変」という二大特徴を持つと言われ、本人確認の有効な手段と考えられている。近年では、指紋を用いた個人照合システムに対して多くの研究開発が行われている。

【0005】 個人照合に用いることのできる生体情報として、指紋・声紋・虹彩・網膜血管分佈図・サインなどがある。これらは、CCDカメラなどの各種センサで計測し、画像などの電子情報に変換する。その後、センサで得られた生体情報に種々の情報処理を行い、生体照合に必要なキーとなる情報を抽出する。この生体キー情報と予め登録されている各個人の生体キー情報とを照合し、本人確認を行う。

【0006】 具体的な生体情報として、指紋を考える。人間の指先には細かな凹凸がある。凸部の連なりを隆線という。隆線は個人に固有な様々な紋様を形成している。隆線をたどっていくと二つに分かれる点（分岐点）や、行き止まりの点（端点）に分かれる。この分岐点や端点の分布は人によりすべて異なるため、指紋の特徴点と呼ばれる。特徴点分布の照合は、個人を特定するための有効な手段として用いられている。指紋照合では、これらの特徴点の位置、種類、方向の一致を確かめ、同一な指紋かどうかを調べている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 従来の指紋の照合は、主に特徴点間の隆線長の照合で行っていた（例えば、特開平11-195119号公報参照）。しかし、隆線長だけの照合では不十分である場合があり、指紋照合に関する照合性能のさらなる向上が求められている。また、この方法では、指紋データの一部に隆線長のデータを記録することになるが、その記録は、効率的ではない。すなわち、指紋データサイズが大きくなる傾向がある。

【0008】 本発明の課題は、より信頼性の高い指紋照合装置及びその方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の第1の側面における装置は、取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する

装置において、該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得する隆線関係取得手段と、該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合する照合手段とを備えることを特徴とする。

【0010】本発明の第2の側面における装置は、取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋とを照合し、指紋の一致・不一致を判定する装置において、前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成する仮想特徴点生成手段と、該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の該仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得する隆線関係取得手段と、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合する照合手段とを備えることを特徴とする。

【0011】本発明の第3の側面における装置は、取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する装置において、前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成する仮想特徴点生成手段と、該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線及び周囲の仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得する隆線関係取得手段と、該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合し、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合することにより、該照合対象の特徴点の一致を判定する照合判定手段とを備えることを特徴とする。

【0012】本発明の第1の側面における方法は、取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法において、

(a) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、(b) 該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、

照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合するステップとを備えることを特徴とする。

【0013】本発明の第2の側面における方法は、取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋とを照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法において、

(a) 前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、(b) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の該仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、(c) 該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合するステップとを備えることを特徴とする。

【0014】本発明の第3の側面における方法は、取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法において、

(a) 前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、(b) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線及び周囲の仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、(c) 該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合し、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合することにより、該照合対象の特徴点の一致を判定するステップとを備えることを特徴とする。

【0015】本発明によれば、照合対象の特徴点の周囲の特徴点について、照合対象の特徴点からの隆線の間隔を含めて照合を行うので、周囲の特徴点の位置、方向、種類の照合のみからでは得られない、精度の良い指紋照合を行うことが出来る。

【0016】また、仮想特徴点を生成し、これを使って照合することにより、実際の特徴点が、指紋採取時の押圧の差や汗で特徴点の形が変化しても、その特徴点の周囲の隆線構造を反映した形で照合を行うことが出来るので、指紋の特徴点の変化に強い指紋照合を行うことが出来る。

【0017】更に、照合対象の特徴点からの隆線の間隔と、仮想特徴点を併用することで、より指紋のゆがみや、欠陥、隆線の癒着、亀裂などに強い指紋照合を行うことが出来る。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態においては、照合すべき一つの特徴点と他の特徴点との隆線のつながり具合の情報と、隆線のつながり具合によって関係付けられる特徴点の特徴点情報を参照することで、照合すべき特徴点周辺の隆線構造の照合を行う。

【0019】更に、本発明の実施形態では、一つの特徴点が関連づけられた他の特徴点情報を持つ場合、各特徴点に割り振られた識別子を用いて他の特徴点情報を管理する。

【0020】そして、本発明の実施形態によれば、ある特徴点を照合する時、近傍の特徴点の特徴点情報を参照するので、特徴点の照合を精度良くすることが出来る。更に、近傍の特徴点の種類が端点であるか分岐点であるかを判別するので、端点から分岐点、または、分岐点から端点に変遷した場合の詳細な照合が出来る。結果的に、照合性能の向上が期待できる。

【0021】更に、特徴点情報を特徴点の識別子を使って管理するので、複数のデータが散在せず、また、効率的に指紋データを表現できるため、指紋データ量が小さくなる。

【0022】指紋の隆線には、行き止まる部分(端点)と分岐点(分岐点)がある。この端点と分岐点の分布は、人それぞれ異なり、通常、この分布を比較することで二つの指紋が同じであるかどうか判定できる。例えば、二つの指紋を照合する時、各々の指紋に含まれる特徴点をすべて抜き出し、個々の特徴点を順次比較する。特徴点の比較は、その位置、種類(端点、または、分岐点)、方向などを比較することで行う。これらが予め決められた範囲内で一致すれば、その特徴点は照合したと判定する。指紋全体で、この照合した特徴点が全部の特徴点数に対して所定の割合を越えた場合などに、その二つの指紋が照合したと判断する。

【0023】従来、個々の特徴点同士の照合は、特徴点の位置、種類、方向の照合で行っていた。しかし、これらの照合だけでは、十分な照合性能が得られないため、更に照合条件を厳しくする場合がある。それには、例えば、特徴点と特徴点の間に挟まれている隆線本数や、特徴点間の隆線長等を比較する方法などがある。

【0024】本発明の実施形態においては、従来の特徴点情報である、特徴点の位置、種類、方向の他に、隆線に関する情報を照合に用いる。ここで、一例として、特徴点の方向は、以下のように定める。

【0025】図1は、特徴点の方向の定義を説明する図である。特徴点の方向は、検出すべき指紋画像に含まれる隆線方向を検出することによって定まる。

【0026】隆線方向の検出方法の一つの例としては、入力された指紋画像を細線化した指紋細線画像からハフ変換を用いて隆線方向を検出する方法が考えられる。ハフ変換については、画像解析ハンドブック(東京大学出版会)のP572~P573を参照されたい。隆線方向

の検出方法の各ステップは、以下のステップからなる。

1) 採取した指紋画像から、指紋細線画像を生成する。
2) 指紋細線画像を細線が数本入る程度のブロック領域に分割する。

3) 各ブロック領域に対して、隆線の細線画素をハフ変換し、直線成分を抽出する。抽出した直線成分から、そのブロックの局所隆線方向が分かる。

4) 大局的な隆線方向を、自身のブロックと周辺ブロックの隆線方向との平均をとることで求める。

【0027】このようにして隆線方向を最初に検出する。次に、特徴点の方向であるが、特徴点が生じる場合でも分岐点の場合でも、特徴点の方向は上記のようにして検出された隆線方向に平行に設定する。そして、図1の1のように、特徴点が生じる場合には、隆線の延びている方向を特徴点(端点)の方向とする。また、図1の2のように、特徴点が生じる分岐点である場合には、隆線の本数が増えている方向を特徴点(分岐点)の方向とする。

【0028】図2は、本発明の特徴点照合方法の第1の実施形態を説明する図である。図2で中央に丸で示した特徴点が、これから照合を行う特徴点であり、今後これを注目特徴点と呼ぶことにする。四角で示した特徴点は、注目特徴点の近傍にある特徴点であり、これを近傍特徴点と呼ぶことにする。また、注目特徴点につながっている隆線を0次隆線、そのn本となりの隆線をそれぞれ、n次隆線、-n次隆線(nは自然数、符号は、隣隣の特定の方向を示す：同図の場合、図面の上方を正の方向に取っている)と呼ぶことにする。

【0029】注目特徴点は、m次隆線(mは整数)につながっている近傍特徴点に関する情報を持つ。注目特徴点の照合は、この近傍特徴点の照合で、一致・不一致の判定を行う。結果的に注目特徴点の照合とは、近傍特徴点を照合しているので、注目特徴点周辺の隆線構造も含めて照合していることになる。今後、このm次隆線につながっている特徴点をm次主関係特徴点と呼ぶ。また、m次隆線とm次主関係特徴点を合わせて関係情報と呼ぶことにする。

【0030】また、文章内で照合する、または、一致するという表現が出てくるが、これは所定の範囲内で一致するという意味を表している。図2及び図3は、本発明の注目特徴点の第1の実施形態の照合方法を説明する図である。

【0031】図2が予め登録してある指紋であり、図3が照合しようとしている指紋とする。まず、本実施形態では、登録指紋の各特徴点に一致する入力指紋の特徴点の探索は、特徴点同士の照合を可能な組み合わせについて行い、これらの内、最も得点の高いものを一致した特徴点と見なす。この処理は、従来行われている処理であって、更に、本実施形態では、以下のような方法を使用する。なお、後述の他の実施形態においても、従来行

れていた一致する特徴点の探索は行うことが前提になっているものとする。ただし、本発明は、従来の一致特徴点の探索方法との組み合わせのみに限定するものではない。

【0032】本実施形態の特徴点照合方法では、それぞれの特徴点に対応してm次主関係特徴点の特徴点情報を持たせる。例えば、図4は、特徴点情報を格納する場合のデータ構造を示す図であるが、図2において注目特徴点ID11に対応したデータは、以下のID9～ID13の特徴点に関する情報を持つ。

- ・特徴点の位置
- ・特徴点の種類（端点が分岐点か）
- ・特徴点の方向
- ・0次隆線は、ID10の特徴点につながっている。
- ・1次隆線は、ID9の特徴点につながっている。
- ・2次隆線は、ID9の特徴点につながっている。
- ・－1次隆線は、ID12の特徴点につながっている。
- ・－2次隆線は、ID13の特徴点につながっている。

【0033】このように、一つの特徴点のデータは、特徴点そのものの情報の他に、その特徴点に接続する隆線に関する情報を持つ。また、各特徴点は鑑別子で管理され、ID11の特徴点の照合に、例えば、ID9とID10の特徴点の情報が必要になった場合には、ID9とID10をキーにデータ検索を行い、特徴点ID9とID10のエントリを探し、この中から、ID9とID10の特徴点の位置、種類、方法などの情報を抽出する。例えば、これらの情報は以下のようなものである。

- ・ID9の特徴点は、種類：分岐点、座標：（100、150）、方向：左から右である。
- ・ID10の特徴点は、種類：分岐点、座標（90、160）、方向：右から左である。

【0034】同様に図3の注目特徴点に対応するデータは、以下のID1～ID5の特徴点に関する情報とそれらの特徴点情報を持つ。

- ・特徴点の位置
- ・特徴点の種類
- ・特徴点の方向
- ・0次隆線は、ID2の特徴点につながっている。
- ・1次隆線は、ID1の特徴点につながっている。
- ・2次隆線は、ID1の特徴点につながっている。
- ・－1次隆線は、ID4の特徴点につながっている。
- ・－2次隆線は、ID5の特徴点につながっている。

【0035】図2の注目特徴点と図3の注目特徴点の照合は以下のようにして行う。まず、0次主関係特徴点を照合する。すなわち、0次隆線につながっている他の特徴点（図2のID10、図3のID2）が同一の特徴点であれば、図2と図3の注目特徴点の0次隆線についての関係は、同じであると判定する。

【0036】図2のID10と図3のID2の特徴点の照合は、従来通りの照合方法を用いることが出来る。例

えば、特徴点の位置、種類、方向が所定の値の範囲内で一致していれば、同一の特徴点と見なす。

【0037】同じようにして、1次隆線、2次隆線、－1次隆線、－2次隆線に関して照合を行う。図2と図3の注目特徴点に関するn次隆線の照合は、以下のようになる。

- ・2次隆線の隆線構造は一致。（図2のID9と図3のID1は同一特徴点）
- ・1次隆線の隆線構造は一致。（図2のID9と図3のID1は同一特徴点）
- ・0次隆線の隆線構造は一致。（図2のID10と図3のID2は同一特徴点）
- ・－1次隆線の隆線構造は一致。（図2のID12と図3のID4は同一特徴点）
- ・－2次隆線の隆線構造は不一致。（図2のID13と図3のID5は異なる特徴点）

最後に、これらの隆線構造の照合をすべて考慮して、登録指紋の注目特徴点と入力指紋の注目特徴点が照合一致するかどうかを判定する。

【0038】判定方法は、例えば、得点方式で行う。上記隆線構造の照合では、－2次から2次までの隆線の照合を行っている。一つの次数の隆線構造が一致すれば1点とし、例えば、この照合得点が合計3点以上なら、この注目特徴点は照合したと判定する。

【0039】このように、各特徴点毎にその特徴点の関係情報の照合を行い、照合一致した特徴点の数を数える。指紋に含まれている特徴点のうち、この照合一致した特徴点の数の割合が所定の値を越えた場合や、所定の数以上の特徴点が照合した場合、または、全特徴点の特徴点照合得点が所定の値を越えた場合、指紋が一致したと判定する。

【0040】上記実施形態では、各隆線にn次隆線（nは0以外の正数）主関係特徴点を1個しか選択していないが、各n次隆線は両側に特徴点が存在するので2個の主関係特徴点に関する関係情報を記録しても良い。

【0041】図2では、注目特徴点が端点である場合だが、分岐点である場合も同様にして照合する。分岐点の場合、0次隆線につながっている特徴点は全部で3つになる。0次の照合は、この0次隆線につながっている特徴点の全組合せについて特徴点照合を行い、その最大得点を得たものを最終的な特徴点の照合得点とする等とすれば良い。

【0042】図5～図8は、上記第1の実施形態の処理を示すフローチャートである。サブルーチン1は、照合する二つの特徴点において、D次隆線上に存在している関係特徴点を照合し、照合得点を算出するものである。

【0043】サブルーチン2は、照合する特徴点が分岐点である場合の0次隆線に関する照合得点を算出するものである。分岐点の場合、0次隆線は3本あるので、照合する時、照合する特徴点の0次隆線の組み合わせが計

6通りできる。例えば、登録指紋側の0次隆線をA、

(A-P、B-Q、C-R)、(A-P、B-R、C-Q)
(A-Q、B-P、C-R)、(A-Q、B-R、C-P)
(A-R、B-P、C-Q)、(A-R、B-Q、C-P)

の組み合わせができる。それぞれの組み合わせに対し、照合合計得点を算出し、その内、最大のものを0次隆線の照合得点とする。サブルーチン2は、この計算手順を示すものである。

【0044】まず、図5において、ステップS1で、注目特徴点である特徴点Aと特徴点Bは同じ種類か否かを判断する。同じ種類でない場合には、図8のフローに進む。同じ種類であるときは、ステップS2に進む。ステップS2で、特徴点A及び特徴点Bの種類が端点か否かを判断する。特徴点A及びBの種類が端点である場合には、ステップS3において、サブルーチン1の戻り値を各次数の隆線について合計し、得点を算出し、ステップS6に進む。ステップS2で、特徴点Aと特徴点Bの種類が端点でない判断された場合には、ステップS4で、0次以外の次数の隆線についてサブルーチン1の戻り値を合計し、ステップS5で、0次の隆線についてサブルーチン2を使って得点を算出し、ステップS4で求めた得点と加算して、合計の得点を得る。そして、ステップS6に進み、合計得点が閾値よりも大きいかが判断され、閾値より大きいときは、ステップS7で、特徴点Aと特徴点Bは一致したと判断し、閾値以下の場合には、ステップS8で、特徴点Aと特徴点Bは不一致であったと判断する。

【0045】図6は、図5の処理で呼び出されるサブルーチン1の処理を示すフローチャートである。サブルーチン1が呼び出されると、ステップS9で、特徴点A、Bとも、次数Dの関係特徴点の特徴点識別子から、その関係特徴点の位置、種類、方向を取得する。ステップS10で、特徴点Aと特徴点Bの関係特徴点の位置・方向が照合するか否かを判定する。照合しない場合には、ステップS14において、得点を0点とする。ステップS10で、判断結果がYESの場合には、ステップS11で、特徴点Aと特徴点Bの関係特徴点の種類が照合するか否かを判定する。ステップS11で、種類が照合しない場合には、ステップS13で、得点を0、5点とする。ステップS11で、種類が照合すると判断された場合には、ステップS12で、得点を1点とする。そして、この点数を戻り値としてステップS15で、図5のフローに戻る。

【0046】ここで、種類が照合しない場合に、得点を0、5点としているのは、指紋の採取時と、照合のために指紋を入力したときで、指のセンサに対する押圧が異なること等により、特徴点の種類が変化する可能性があるため、位置と方向が一致しており、種類のみが異なる場合には、点数を低くすることにより、一致している可能性も有しているという場合を考慮しているからであ

B、C、入力指紋側の0次隆線をP、Q、Rとすると、

(A-P、B-Q、C-R)、(A-P、B-R、C-Q)
(A-Q、B-P、C-R)、(A-Q、B-R、C-P)
(A-R、B-P、C-Q)、(A-R、B-Q、C-P)

る。
【0047】図7は、図5の処理で呼び出されるサブルーチン2の処理を示すフローチャートである。まず、ステップS16において、特徴点Aと特徴点Bの0次隆線(各3本；サブルーチン2は、特徴点Aが分岐点の時に呼び出される)の組み合わせ(重複を禁止)を列挙する。ここでは、0次隆線の組み合わせをそれぞれH1~Hnとする。次に、ステップS17で、0次隆線の組み合わせH1を一つ取り上げる。そして、ステップS18において、D=0として、図6のサブルーチン1を使って得点を算出する。ステップS19で、すべての組み合わせに対して計算をしたかを判定し、計算がすべての組み合わせについて終わっていない場合には、ステップS17に進んで処理を繰り返す。ステップS19で、すべての0次隆線の組み合わせについて計算が終わったと判断された場合には、ステップS20に進み、算出された複数の0次隆線の組に対する得点Siの内、最大値を有するものを得点Sとして、ステップS21で、戻り値Sをもって図5の処理に戻る。

【0048】図8は、図5の処理のステップS1において分岐した後の処理を示すフローチャートである。図5のステップS1で、特徴点Aと特徴点Bが同じ種類でない判断した場合に、図8のステップS22に進む。ステップS22では、特徴点Aと特徴点Bの内、端点側の関係特徴点の正の次数を一つずつ下げる。これは、特徴点Aが端点から分岐点、分岐点から端点に変換した場合、各次数の隆線が影響を受けることを反映したものであり、詳細は後述する。次に、ステップS23において、図6のサブルーチン1を用いて、0次以外の隆線に対する得点S1を算出する。次に、ステップS24において、0次の隆線について図7のサブルーチン2を用いて得点を算出し、ステップS23で求められた得点に加算する。ステップS25で、特徴点Aと特徴点Bの関係情報の次数を元に戻す。次に、ステップS26において、特徴点Aと特徴点Bの内、端点側の関係特徴点の負の次数を一つずつ上げる。そして、ステップS27において、図6のサブルーチン1を用いて、0次隆線以外の隆線に対する得点を算出する。次に、ステップS28において、図7のサブルーチン2を用いて、0次隆線について得点を算出し、ステップS28の得点に加算して、合計得点S2を求める。ステップS29において、特徴点Aと特徴点Bの関係情報の次数を元に戻し、ステップS30において、上記で求めたS1とS2の大きい方を得点Sとして設定し、図5のステップS6に進む。

【0049】図9、10は、本発明の特徴点照合方法の第2の実施形態を示す図である。図9を予め登録してあ

る指紋、図10をこれから照合を行う指紋とする。第2の実施形態では、第1の実施形態に、隆線本数データも追加したものである。まず、隆線本数データを用いた場合の特徴点照合方法について説明する。

【0050】第1の特徴点照合と同じように、図9における注目特徴点ID7の照合を、近傍特徴点を用いて行う。今後、注目特徴点と近傍特徴点の間にある隆線の本数が n 本の時、その近傍特徴点は n 次近傍特徴点(n は0以上の整数)と呼ぶことにする。

【0051】注目特徴点は、 n 次近傍特徴点に関する情報を持つ。注目特徴点の照合は、この n 次近傍特徴点を照合し、一致・不一致の判定を行う。 n 次近傍特徴点を照合しているので、注目特徴点の照合とは、すなわち、注目特徴点周辺の隆線構造を照合していることに他ならない。

【0052】注目特徴点は、近傍特徴点までの隆線本数と、その近傍特徴点の特徴点情報を持つ。例えば、図9において、注目特徴点ID7は以下の n 次近傍特徴点情報を持つ。

- ・0次近傍特徴点は、ID6、ID9である。
- ・1次近傍特徴点は、ID5、ID8である。
- ・2次近傍特徴点は、ID10である。

【0053】これらの情報と共に、各識別子の特徴点の特徴点情報も記録されている。例えば、次のようなものである。

- ・ID9の特徴点は、種類：分岐点、座標：(100、150)、方向：左から右である。
- ・ID10の特徴点は、種類：分岐点、座標：(90、180)、方向：上から下である。

【0054】近傍特徴点の個々に対して特徴点照合を行うことで、注目特徴点の照合を行う。まず、0次近傍特徴点の照合を行う。0次近傍特徴点は、図10では特徴点ID3、特徴点ID6である。登録指紋と入力指紋には、それぞれ複数の0次近傍特徴点があるため、照合すべき0次近傍特徴点の組合せがいくつかある。そのため、全組合せに対して照合を行う。組合せは以下の通りである。

1. (図9の特徴点ID6と図10の特徴点ID3を照合)、及び、(図9の特徴点ID9と図10の特徴点ID6を照合)
2. (図9の特徴点ID6と図10の特徴点ID6を照合)、及び、(図9の特徴点ID9と図10の特徴点ID3を照合)

個々の特徴点の照合は、第1の特徴点照合法の時と同じである。すなわち、特徴点の位置、種類、方向が所定の値の範囲内で一致していれば、同一の特徴点と見なす。第1の照合法と同じく、一組の近傍特徴点が照合一致した場合、それを1点とする。上記1、2の組合せそれぞれ、高い方の得点を0次隆線構造の照合得点とする。

【0055】同様に n 次近傍特徴点について、照合を行

っていく。照合する組み合わせがいくつある場合は、全組み合わせに対して、照合得点を計算し、その最大となったものをその n 次近傍特徴点の照合得点とする。

【0056】注目特徴点が照合するかどうかは、第1の照合法と同じように、合計得点で判定する。合計得点が所定の得点を越えた場合に注目特徴点は照合したと判定する。

【0057】第2の実施形態では、このように隆線本数を用いても、特徴点照合を行う。第2の実施形態では、隆線本数を用いる特徴点照合方式と第1の照合法を混ぜたものである。 n 次関係(近傍)特徴点照合時には、それぞれの方法で特徴点照合を行い、そのどちらかで同一特徴点と判断された場合は、その n 次隆線の隆線構造は一致すると判断する。このようにすると、二つある近傍特徴点までの関係情報のどちらかが検出不可能であっても、特徴点照合ができる。これは、部分的に指紋の隆線構造が検出できなかった時に有効である。

【0058】図11は、指紋照合法の第1及び第2の実施形態を実現する装置の機能ブロック図である。指紋スキャナ13は、指紋の紋様を画像として計測する指紋入力装置である。画像記憶部10は、画像処理中の指紋画像を保存する記憶装置である。画像二値化部12は、多値階調の指紋画像を二値階調指紋画像に変換する装置であり、従来から当業者にはよく知られているものである。また画像細線化部11は、二値化された指紋画像から隆線の芯線を抽出する装置である。特徴点抽出部15は、細線化された指紋画像から指紋特徴点を抽出する装置である。特徴点情報検出部16は、細線画像から特徴点の個々の特徴点情報(位置、種類、方向)を検出する装置であり、特徴点の方向は図1で説明した定義に基づいて検出する。主関係情報抽出部17は、細線画像からそれぞれの特徴点の主関係特徴点を抽出する装置である。指紋中心位置検出部14は、指紋の中心位置を検出する装置である。指紋情報記憶部18は、得られた特徴点情報・関係情報、指紋中心位置を合わせて一つの指紋情報として記憶する。登録指紋情報記憶部20は、予め登録されてある指紋情報をデータベースとして蓄える。指紋照合部19は、二つの指紋情報を照合し、同一指紋かどうかを判定する。照合結果表示部21は、照合結果を表示する。

【0059】以下、動作手順を追って、各部を詳細に説明する。図12は、図11の装置の動作手順を示すフローチャートである。まず、指紋スキャナ13で多値指紋画像を採取する(ステップS40)。採取された多値指紋画像は、画像記憶部10に記憶される。画像二値化部12は、多値指紋画像を二値化し(ステップS41)、再び画像記憶部10に記憶させる。画像細線化部11は、二値化された指紋画像から指紋隆線の芯線を得るために細線化処理する。細線化された指紋画像は、再び画像記憶部10に記憶される。指紋中心検出部14は、多

値画像または、二値化画像などから指紋中心を検出する(ステップS42)。指紋中心の検出方法は、従来からいくつかの手法が知られている。

【0060】特徴点抽出部15は、細線化された指紋画像から指紋の特徴点位置を抽出する(ステップS43)。特徴点情報抽出部16は、特徴点位置と細線画像からその特徴点の位置、種類、方向の特徴点情報を検出する(ステップS44)。主関係情報抽出部17は、同じく、特徴点位置と細線画像から、主関係となる特徴点を抜き出し、その主関係情報を検出する(ステップS45)。

【0061】指紋情報記憶部18は、収集された指紋中心位置、特徴点情報、主関係情報をまとめて一つの指紋情報とし、それを記憶する(ステップS46)。登録指紋情報記憶部20は、予め計測された指紋情報を登録してあるデータベースである。

【0062】指紋照合部19は、生成された指紋情報と、予め登録されている特定の登録指紋情報と照合を行う(ステップS47)。照合方法は、既に説明したように個々の特徴点の照合を行うことで、指紋の一致・不一致を確かめる。

【0063】詳しく照合手順を説明する。以下、登録されている指紋情報を登録指紋、登録指紋と一致しているかどうか確かめる指紋を入力指紋と呼ぶことにする。まず、登録指紋と照合指紋の位置あわせを行う。指紋画像中の指紋の位置は、指紋画像の採取の度に異なる。従って、登録指紋と入力指紋間で共通の座標軸を設定しなければ、特徴点位置の照合は出来ない。共通の座標軸として、例えば、指紋中心を原点とする座標軸を取る。他に、特定の特徴点を原点に取ることで、共通の座標軸を設定することも可能である。

【0064】次に、個々の特徴点について上記特徴点照合法の第1の実施形態を用いて照合をしていく。登録指紋と入力指紋の特徴点同士の小組ひき合わせに対して、特徴点照合を行う。特徴点照合の手順を以下に示す。

【0065】ステップ1
登録指紋の特徴点と入力指紋の特徴点の組を一つ選ぶ。
ステップ2

登録指紋の特徴点座標と入力指紋の特徴点座標が所定の範囲内で一致していない場合は、その二つの特徴点は同一の特徴点ではないと判定し、ステップ1に戻る。

【0066】ステップ3
二つの特徴点の組を上記第一の特徴点照合法に従って、照合をし、照合得点を算出する。照合得点が所定の値を越えた場合は、その特徴点の組は同一の特徴点であると判定する。後に、ステップ1にもどり、他の特徴点対について特徴点照合を行う。なお、同一の特徴点が見つかった特徴点は、今後の照合を行う特徴点対の候補とはしない。

【0067】上記の手順で、すべての特徴点について、

同一特徴点の存在の有無を調べる。最終的に同一の特徴点数が所定の値を越えた場合、登録指紋と入力指紋は同一の指紋であると判定する。また、同一指紋の判定の方法は、全特徴点数に対して、照合の結果、同一と判断された特徴点数の割合が所定の値を越えた場合や、個々の特徴点照合スコアの合計スコアが所定の値を越えた場合に同一指紋と判定しても良い。

【0068】そして、ステップS48で、照合結果を表示して処理を終了する。次に、特徴点照合法の第3の実施形態では、仮想特徴点を用いて照合を行う。照合方法の基本は、特徴点照合法の第1の実施形態と同じである。

【0069】注目特徴点の関係情報を収集するのに先だって、指紋画像上に仮想特徴点を設定する。ここでは、仮想特徴点を実在する特徴点の両隣の隣線への投影位置とする。投影方法としては、ある特徴点から、隣線の方に垂直に線を引き、隣の隣線と交った場所を仮想特徴点とする等の方法があるが、必ずしも、隣線の方に垂直に線を引く必要はなく、斜めでも良い。あるいは、全く別の方法を用いて、隣の隣線上に仮想特徴点を設定しても良く、ある特徴点に対して、その特徴点の載っている隣線の隣の隣線上に位置するように、対応する仮想特徴点を設ければよい。

【0070】図13は、仮想特徴点(投影特徴点)の例を示す図である。仮想特徴点の識別子は、投影元特徴点の識別子と一致させる。すなわち、仮想特徴点の特徴点情報として、投影元特徴点情報を使用する。

【0071】図13の注目特徴点は、以下のような関係情報を持つ。また、指紋データの別の位置に仮想特徴点情報を持っている。

- ・0次隣線は、仮想特徴点ID9につながっている。
- ・1次隣線は、仮想特徴点ID12につながっている。
- ・2次隣線は、仮想特徴点ID8につながっている。
- ・-1次隣線は、仮想特徴点ID13につながっている。
- ・-2次隣線は、仮想特徴点ID12につながっている。

【0072】図15に、データ構造の模式的例を示す。図15に示すように、注目特徴点ID11に対して、位置、種類、方向が登録される他に、上記したような、m次(mは整数)の隣線に識別子がいくつの仮想特徴点が存在するかが登録される。

【0073】注目特徴点の照合は、第1の実施形態と同じように行う。異なる部分は、第1の実施形態は実存の近傍特徴点の照合を行っていたところを、仮想特徴点に対して特徴点照合を行うところである。

【0074】仮想特徴点の照合は、その投影元の特徴点の照合で行う。例えば、図13において、仮想特徴点ID12を照合する場合、実特徴点ID12について照合を行い、それが一致すれば仮想特徴点ID12は一致し

ていと判定する。

【0075】その他の照合手順は、第1の実施形態と全く同じである。すなわち、図13を登録指紋、図14を入力指紋とすると、まず、照合すべき注目特徴点を決定する。ここで、図13では、ID11の特徴点であり、図14では、ID5の特徴点であるとする。次に、図13と14それぞれに対して、注目特徴点の周辺のn次隆線について、どの仮想特徴点が載っているかを調べる。例えば、図13と14のそれぞれにおいて、注目特徴点ID11とID5のそれぞれから各隆線上で最も近い位置に存在する仮想特徴点を、注目特徴点ID11とID5は、関係情報として持つ。図13、14の場合、注目特徴点を通して隆線方向に垂直に引いた直線と隆線との交点から仮想特徴点までの隆線長を調べ、その隆線長の最も短い仮想特徴点を採用している。

【0076】そして、0次隆線に載っているID9（図13）とID2（図14）の位置、種類、方向を照合し、0次隆線の照合を行う。あと、同様にして、順次、1次隆線、2次隆線、・・・と照合していく。

【0077】このように、仮想特徴点を用いて照合を行うことにより、登録指紋と照合指紋の採取環境が異なり、隆線の様子がゆがんだり、わずかに変化しても、周りの隆線との関係を利用して照合をするので、正しい照合を行うことが出来る。ただし、上記実施形態では、仮想特徴点は、各隆線に1個しか選択していないが、仮想特徴点の選択個数に制限はなく、各隆線毎に2個、あるいは、3個、または、各隆線毎に異なる数の仮想特徴点を記録し、照合を行うようにしても良い。

【0078】この第3の実施形態の指紋照合方法は、仮想特徴点を定めて仮想特徴点を用いて隆線構造の照合を行うという点以外は、第1の実施形態の処理手順をそのまま利用することが出来るので、ここでは、特に詳細には述べない。なお、第3の実施形態は、第1及び第2の実施形態と共に用いることにより、より精度の高い照合を行うことが出来る。共に用いる例を第4の実施形態で説明する。

【0079】次に、本発明の特徴点照合方法の第4の実施形態について説明する。第4の実施形態においては、近傍特徴点の種類が変遷しても正しく特徴点照合が出来る方法である。

【0080】指紋画像を指紋スキャナで読みとる時、皮膚の状態や、押圧の差で特徴点の種類が変化する場合がある。例えば、指紋スキャナに軽く指をふれた時に端点と計測された特徴点が、強く押しつけた時には、分岐点として計測される場合がある。

【0081】第4の実施形態では、特徴点の種類が変遷した場合をも仮定して照合を行うため、このような状況が発生しても、正しく特徴点照合を行うことが出来る。第4の実施形態は、第1の実施形態と第3の実施形態を組み合わせて実現する。

【0082】今後、n次隆線につながっている特徴点をn次主関係特徴点、仮想特徴点をn次副関係特徴点と呼ぶことにする。図16は、特徴点の種類が変遷した場合の第4の実施形態について説明する図である。

【0083】特徴点の種類の変遷は、図16に示すように、図16(a)で端点を形成していた隆線が隣の隆線に着着したりすることで起こる。分岐点が端点に変遷する場合は、その逆である。

【0084】端点が分岐点に変化した場合は、端点を形成していた隆線が隣の隆線に着着した場合なので、元の端点があった場所のすぐ近辺に分岐点が発生する。端点と分岐点の方向を図1で説明したように定義すると、変遷する前と変遷した後での特徴点の隆線方向は変化しない。

【0085】特徴点の種類が変遷すると、例えば、図16(b)で、0次主関係特徴点であったところ、図16(a)では、0次副関係特徴点が見えるようになる。また、図16(a)の1次主関係特徴点が端点に変遷した場合、図16(b)のように1次副関係特徴点が見える。つまり、特徴点の変遷が発生すると、同じ次数の隆線上で主関係特徴点は副関係特徴点となり、副関係特徴点は主関係特徴点になる。また、特徴点情報は、その変遷に伴い種類（端点、分岐点）だけが変わり、座標と方向はほとんど変化しない。

【0086】すなわち、主関係特徴点と副関係特徴点を照合し、その座標と方向が所定の範囲内で一致し、かつ、種類が異なるなら、特徴点の変遷が起こっており、それらの特徴点は、元々同一の特徴点であったと判定できる。このように照合を行うことで、特徴点の変遷が起こっても正しく特徴点照合できるようになる。

【0087】図17は、特徴点の種類の変遷の別の例を示した図である。図17(a)に示すように、0次副関係特徴点の投影元特徴点は端点であったとする。これが、図17(b)のように隣の隆線に着着した場合を考える。このとき、それぞれの0次副関係特徴点の照合は、その投影元特徴点の位置と方向が一致しており、種類は異なるという結果が得られる。位置・方向・種類のすべてが一致していた場合は、完全な同一特徴点と見なしていたが、種類だけ異なる場合は、特徴点の変遷が起こったと推測できる。

【0088】図16、図17のように、特徴点の変遷が発生したと判断した場合は、不安定な特徴点とみなし、特徴点照合の配点に小さな点を割り当てる。次に図13、図14を援用して特徴点照合方法の例を示す。図13は、予め登録してある指紋（登録指紋）、図14は、これから照合を行う指紋（入力指紋）とする。

【0089】図18のデータ構造の例に示されるように、注目特徴点ID11に対するデータは、ID11そのものの位置、種類、方向の他に、図13の場合以下の情報が格納される。

・0次隆線の主関係特徴点はID10、副関係特徴点はID9である。

・1次隆線の主関係特徴点はID9、副関係特徴点はID12である。

・2次隆線の主関係特徴点はID9、副関係特徴点はID8である。

・1次隆線の主関係特徴点はID12、副関係特徴点はID13である。

・2次隆線の主関係特徴点ID13、副関係特徴点ID12である。

【0090】同様に、図14の注目特徴点ID5は、以下の関係情報を持つ。

・0次隆線の主関係特徴点はID3、副関係特徴点はID2である。

・1次隆線の主関係特徴点はID2、副関係特徴点はID4である。

・2次隆線の主関係特徴点はID1、副関係特徴点はID2である。

・1次隆線の主関係特徴点はなし、副関係特徴点はID4である。

・2次隆線の主関係特徴点はID6、副関係特徴点はID7である。

【0091】まず、0次隆線について近傍特徴点の照合を行う。第1の実施形態、及び、第3の実施形態と同様の方法で、主関係特徴点同士、及び、副関係特徴点同士で照合を行う。ここでは、図13の0次近傍特徴点ID10と図14の0次近傍特徴点ID3を照合し、図13の0次近傍仮想特徴点ID9と図14の0次近傍仮想特徴点ID2を照合する。この場合、0次隆線については、主関係特徴点同士、副関係特徴点同士がそれぞれ、照合一致するので、0次隆線についての照合操作は終了する。それぞれの照合に1点を記点するとすると、0次隆線の照合得点は2点である。

【0092】次に、1次隆線について照合を行う。1次隆線についてもまず、主関係特徴点同士、副関係特徴点同士の照合を行う。ここでは、図13の主関係特徴点ID9と図14の主関係特徴点ID2、図13の副関係特徴点ID12と図14の副関係特徴点ID4を照合する。図13の主関係特徴点ID9と図14の主関係特徴点ID2の照合では、特徴点の位置・方向とも合っているが、種類が異なっている。従って、特徴点の変遷が起こったことが分かる。従って、1次主関係特徴点の照合得点を0.5点とする。図13の副関係特徴点ID12と図14の副関係特徴点ID4の照合でも同じく、投影特徴点の位置・方向は一致しているが、種類が異なっている。従って、1次副関係特徴点の照合得点も0.5点とする。統合すると、1次隆線の照合得点は1点となる。

【0093】次に2次隆線について照合を行う。図13では、2次隆線の主関係特徴点はID9、副関係特徴点

は、ID8であり、図14では、2次隆線の主関係特徴点はID1であり、副関係特徴点はID2である。従って、主関係特徴点同士の照合は、照合一致しない。同じく副関係特徴点同士の照合も照合一致しない。次に特徴点の変遷が起こったと仮定する。すなわち、主関係特徴点と副関係特徴点の照合を行う。

【0094】図13の2次隆線の主関係特徴点ID9と図14の2次隆線の副関係特徴点ID2の照合を行う。これらの照合では、位置と方向は一致するが、種類は異なっている。種類が異なっていることから、確かに特徴点の変遷が起こっていることが確認できる。従って、図13の2次隆線の主関係特徴点に関する照合得点を0.5点とする。

【0095】同じく、図13の2次隆線の副関係特徴点ID8と図14の2次隆線の主関係特徴点ID1の照合を行う。この場合も投影元特徴点の位置・方向は一致しており、種類だけが異なっているため、特徴点の変遷が確かに起こっていることが確認できる。従って、図13の2次隆線の副関係特徴点に関する照合得点を0.5点とする。統合すると、2次隆線の照合得点は1点になる。

【0096】以下、他の次数の隆線についても同じように照合を行っていく。最終的に注目特徴点の照合得点を各隆線の照合得点合計とし、その合計得点が所定の値を超えた場合、その注目特徴点は一致したと判定する。

【0097】次に、本発明の特徴点照合方法の第5の実施形態について説明する。第5の実施形態は、第1～第4の実施形態の拡張である。すなわち、第1～第4の実施形態に次に述べる方法を加えて、照合性能を向上させる。

【0098】第5の実施形態では、注目特徴点に変遷した場合でも正しく特徴点照合を行うものである。隆線の次数を調整することで、登録指紋と入力指紋間で注目特徴点の種類が異なっても、注目特徴点同士の照合が出来る。

【0099】図19は、注目特徴点の種類が変遷した様子を示す図である。図19から分かるように、注目特徴点が端点から分岐点、または、分岐点から端点に変化すると、主関係特徴点の載っている隆線の次数が一つずれる。

【0100】例えば、図19のように、端点であった注目特徴点が1次隆線側に着着すると、今まで1次隆線であったものが0次隆線に変わる。同様にと考えると、正の次数がすべて一つずつ小さくなる。逆に端点であった注目特徴点が1次側の隆線に着着すると1次隆線であったものが0次隆線になるなど、負の次数が一つずつ大きくなる。

【0101】分岐点が端点に変化した場合も上記と同様に考えることが出来る。また、隆線本数を数える場合も同様である。従って、種類の異なっている注目特徴点同

士を照合するには、例えば、以下のようにすれば良い。

【0102】ステップ1

端点である注目特徴点が1次隆線側に着着して分岐点となったことを仮定して、注目特徴点の照合を行う。すなわち、端点側の注目特徴点の正の次数の隆線をすべて次数1だけ下げ、同じ種類の注目特徴点の場合と同じ方法で照合得点を算出する。

【0103】ステップ2

端点である特徴点が-1次隆線側に着着して分岐点となったことを仮定して、注目特徴点の照合を行う。すなわち、負の次数の隆線をすべて次数1だけ上げ、再び同じ種類の注目特徴点の場合と同じ方法で照合得点を算出する。

【0104】ステップ3

上記2つの照合得点の内、大きい方をその注目特徴点の最終的な照合得点とする。上記の方法で、注目特徴点の照合得点が高ければ、指紋画像の採取の過程で注目特徴点に変化したという仮定は正しい可能性が高く、それらの注目特徴点は種類が異なるにも関わらず、同一の特徴点だと判定できる。また、この仮定が正しくない可能性もあるもので、この場合は、同一特徴点だと判定するために用いる閾値を厳しくしても良い。

【0105】以上から分かるように、図8のフローチャートで説明した処理は、上記第4の実施形態を第1の実施形態に組み合わせて行うものである。図20～図24は、第4の実施形態と第5の実施形態に従う処理のフローチャートである。

【0106】図20は、メインの処理を示すフローチャートである。まず、ステップS50で、注目特徴点Aと注目特徴点Bは同じ種類がどうかを判断する。同じ種類でない場合には、図23の処理に進む。特徴点AとBが同じ種類である場合には、ステップS51に進んで、特徴点AとBの種類が端点かどうかを判断する。端点である場合には、ステップS52に進んで、サブルーチン10を呼び出し、サブルーチンの戻り値を得点として加算する。そして、すべての次数の隆線について加算できたら、ステップS55に進む。

【0107】ステップS51で、特徴点Aと特徴点Bの種類が端点でないと判断された場合には、ステップS53において、0次隆線以外の隆線についてサブルーチン10を使って得点を加算し、次に、ステップS54において、サブルーチン11を使って、0次隆線について得点を加算してステップS55に進む。

【0108】ステップS55では、合計得点が閾値より大きいかが判断し、閾値よりも大きい場合には、ステップS56において、特徴点Aと特徴点Bは一致したと判断し、ステップS55で、閾値以下であると判断された場合には、特徴点Aと特徴点Bは不一致であったと判断し（ステップS57）、処理を終了する。

【0109】図21、22は、サブルーチン10の処理

を示すフローチャートである。まず、ステップS58で、得点を設定する変数Sを“0”に初期化する。次に、ステップS59で、特徴点Aと特徴点BのD次主関係特徴点の位置・方向が照合するか否かを判断する。一致する場合には、ステップS62において、特徴点Aと特徴点BのD次主関係特徴点の種類が照合するか否かを判断する。ステップS62の判断がYESの場合には、ステップS64において、得点Sを一点加算して図22のステップS65に進む。ステップS62において、種類が一致しないと判断された場合には、ステップS63において、得点を0.5点加算してステップS65に進む。

【0110】ステップS59において、特徴点AとBのD次の主関係特徴点の位置・方向が一致しない場合には、ステップS60に進んで、特徴点Aの主関係特徴点と特徴点Bの副関係特徴点の位置・方向が照合する（一致する）かどうかを判断する。一致しない場合には、図22のステップS65に進む。ステップS60において、位置・方向が一致すると判断された場合には、ステップS61において、特徴点Aの主関係特徴点と特徴点Bの副関係特徴点の種類が異なるかどうかを判断する。種類が同じ場合には、図22のステップS65に進む。種類が同じでないとして判断された場合には、ステップS63に進んで、得点を0.5点加算して図22のステップS65に進む。

【0111】ステップS65においては、特徴点Aと特徴点BのD次副関係特徴点の位置・方向が照合するか否かを判断する。位置・方向が一致する場合には、ステップS68において、特徴点Aと特徴点BのD次副関係特徴点の種類が照合するか否かを判断する。種類が一致する場合には、ステップS70において、得点を一点加算して、ステップS71に進む。特徴点Aと特徴点BのD次副関係特徴点の位置・方向が照合しない場合には、ステップS69において、0.5点得点を加算して、ステップS71に進む。

【0112】ステップS65で、特徴点Aと特徴点BのD次副関係特徴点の位置・方向が照合しないと判断された場合には、ステップS66に進んで、特徴点Aの副関係特徴点と特徴点Bの主関係特徴点の位置・方向が照合するか否かを判断する。一致しない場合には、ステップS71に進む。一致する場合には、ステップS67において、特徴点Aの副関係特徴点と特徴点Bの主関係特徴点の種類が異なるかどうかを判断される。ステップS67において、種類が異なる場合には、ステップS69において、得点を0.5点加算して、ステップS71に進む。ステップS67において、種類が同じ場合には、ステップS71に進む。ステップS71では、以上の処理で得られた得点Sを戻り値として、メイン処理に処理を戻す。

【0113】図23は、サブルーチン11の処理を示すフローチャートである。まず、サブルーチン11が呼び

出されると、ステップS72において、特徴点Aと特徴点Bの0次隆線（3本；この場合、特徴点が分岐点である）の組み合わせ（重複を禁止）を列挙する（H1～Hn）。ステップS73において、0次隆線の組み合わせH1を一つ取り上げる。そして、ステップS74において、0次隆線の組み合わせH1に含まれる隆線の組について、D=0としてサブルーチン10を用いて、得点を算出し、その合計を変数Siに代入する。次に、ステップS75において、すべての組み合わせに対して計算したか否かが判断される。すべての組み合わせについて判断されていない場合には、ステップS73に戻って、他の組み合わせについても計算を行う。ステップS75において、すべての組み合わせについて計算が終わったと判断された場合には、ステップS76に進んで、複数の組み合わせに対して求められた得点Siの内の最大値を得点Sとして設定し、ステップS77で、返り値を得点Sとして、メインの処理に戻る。

【0114】図24は、図20のステップS50において、特徴点AとBが同じ種類の特徴点でなかった場合に行われる処理を示すフローチャートである。まず、ステップS78において、特徴点Aと特徴点Bの内、端点側の関係特徴点の正の次数を一つずつ求める。そして、ステップS79において、0次でない隆線に関して、サブルーチン10を使って、得点S1を求める。更に、ステップS80において、0次の隆線に関してサブルーチン11を用いて得点を求め、S1に加えて、得点の合計S1を求める。

【0115】次に、ステップS81において、特徴点Aと特徴点Bの関係情報の次数を元に戻し、ステップS82において、特徴点Aと特徴点Bの内、端点側の関係特徴点の負の次数を一つずつ上げる。

【0116】そして、ステップS83において、0次でない隆線についてサブルーチン10を用いて、得点S2を算出する。更に、ステップS84において、0次の隆線について、サブルーチン11を用いて得点を計算し、先に求めた得点S2に加算する。そして、ステップS85において特徴点Aと特徴点Bの関係情報の次数を元に戻し、ステップS86において、得点S1とS2のいずれか大きい方を総合得点Sとして設定し、図20のステップS55に進む。

【0117】図25及び図26は、連鎖照合を説明する図である。上記実施形態では、基本的に近い場所にある二つの特徴点の位置関係を比較して、特徴点の照合を行っている。そのため、特徴点照合は、ほんの局所的な領域のみを登録指紋と入力指紋と比較し照合している。その結果、局所領域内では、よく似た隆線構造となっている場合、指紋照合の誤判定を起こす場合がある。これを防ぐには、局所領域だけでなく特徴点照合をするのではなく大局的に照合すればよい。これを実現するには、互いに関係情報が結ばれた特徴点がそれぞれ、照合一致し、そ

れが連鎖的に発生している場合、各特徴点の照合得点を高得点にする。照合一致する特徴点が連鎖的に発生した場合、照合得点を高得点にするとは、すなわち、大局的に隆線構造が一致した場合を、重要視するということである。

【0118】以下、詳しく説明する。二つの指紋を照合すると違う指紋にも関わらず、いくつかの特徴点が照合する時がある。このため、二つの指紋が同一であるかどうかの判定に閾値が必要となり、本人拒否エラーと他人受入エラーのトレードオフの関係が発生する。他人受入エラーとは、違う指紋にも関わらず、一致する特徴点が多く、一致判定基準を満たしてしまうことである。

【0119】他人受入エラーが発生する場合の特徴点照合結果を観察すると、照合一致した特徴点が指紋画像の全体に散在している場合が多い。例えば、本発明の実施形態で、2本のn次隆線画像を照合した場合、その特徴点は一致したと判定するとする。他人受入エラーの発生している指紋では、この注目特徴点の照合に成功している部分が局所的に散在し、結果的に照合一致する条件を満たしている（図25は、このことを模式的に示している）。

【0120】当然のことながら、同じ指紋の場合では、照合した特徴点の近辺の特徴点も照合している。これは、一つの特徴点が照合することとは、その局所領域では正しく指紋画像が形成されており、近辺の特徴点も正しく抽出されていると仮定できるからである。（図26は、このことを模式的に示している）

従って、上記の他人受入エラーを抑制するには、照合一致した特徴点が集団発生しているかどうかを確認すれば良い。集団発生しているという判定は、例えば、その照合した特徴点同士が隆線を介してつながっているかどうかを調べれば良い。

【0121】図27は、第6の実施形態である、指紋が連鎖的に照合一致しているかどうかを調べる処理のフローチャートである。図27のフローチャートでは、2連鎖まで計算する例である。また、図27の指紋一致判定は、照合一致した特徴点の数を読取るのではなく、特徴点照合得点の合計が、一致判定閾値を上回っているかどうかを確認することで行っている。照合判定の方法は、同図に示されるものに限られるものではない。

【0122】まず、ステップS90において、すべての特徴点の照合得点を計算する。次に、ステップS91で、照合した特徴点のうち、一つに注目して処理を行うために、一つの特徴点を選択する。ステップS92において、その選択された特徴点の関係特徴点のうち、照合に成功したものの数（n：nは正数）を調べる。次に、ステップS93で、照合に成功した関係特徴点のうち、更にその関係特徴点の照合に成功したものの数（m：mは正数）を調べる。そして、ステップS94において、注目している特徴点の照合得点をn、mに応じて増加す

る。例えば、 $(1+0, 1n+0, 2m)$ 倍する。ステップS95では、すべての特徴点に対して計算したか否かを判断する。すべての特徴点に対する計算が終わっていない場合には、ステップS91に戻って、他の特徴点についても同様に計算する。ステップS95において、すべての特徴点に対する計算が終わっていると判断された場合には、ステップS96において、すべての特徴点の照合得点を計算し、ステップS97において、特徴点の照合得点合計が閾値より大きいか否かを判断する。閾値より合計得点大きい場合には、ステップS98で、指紋は一致したと判断する。合計得点が閾値以下であった場合には、ステップS99で、指紋は不一致であると判断する。

【0123】図28は、第7の実施形態を説明する図である。注目特徴点の持つ関係情報は、図28を例にすると、以下のようものである。

1)

- ・近傍特徴点Aは、4次隆線に連結している。
- ・近傍特徴点A（4次隆線に連結されていると言う意味で、連結特徴点とも呼ぶ）と注目特徴点の間にある隆線本数は2本である（この近傍特徴点と注目特徴点の間にある隆線本数は、上記した実施形態と同様に指紋画像から検出する）。

- ・連結特徴点の種類は、分岐点である。

2)

- ・近傍特徴点Bは、・・・

このように、各近傍特徴点について1)と同様の情報を取得する。

【0124】近傍特徴点の照合は、これらの関係情報を照合する。すなわち、近傍特徴点の照合時、隆線の次数と連結特徴点までの隆線の本数と、連結特徴点の形が一致していれば、その近傍特徴点までの隆線構造は一致したと判定する。注目特徴点の一致不一致は、一致した近傍特徴点の個数が所定の値を越えた場合、一致と判定する。

【0125】第7の実施形態では、図28で示される点線と4次隆線で囲まれる領域内にある特徴点の個数を確認することになる。このようにすると、隆線の次数、隆線の本数、特徴点の形は、指紋の変形・回転に対して不変であるから、照合が安定して与えられるようになる。すなわち、指を指紋スキャナに押す時の力加減の違いによる指紋の変形に対して、正しく照合できるようにする。

【0126】なお、本実施形態において、連結特徴点と注目特徴点との間の隆線の本数の数え方は、様々な方法が考えられ、上記実施形態のような数え方、連結特徴点がかつている隆線も数える方法、連結特徴点と注目特徴点がかつている両方の隆線の数える方法、連結特徴点のかつている隆線は数えず、注目特徴点がかつている隆線の数える方法などが考えられる。第7の実施形態の近傍

特徴点照合法を第1～5の実施形態と組み合わせると、更に照合性能が向上する。

【0127】図29は、第3～第7の実施形態を実現する装置の機能ブロック図を示す図である。なお、同図において、図11と同じ構成要素には同じ参照符号を付し、説明を省略する。

【0128】図29の構成においては、図11の構成に加え、仮想特徴点生成部30が設けられると共に、主関係情報抽出部が主・副関係情報抽出部31に置き換わり、指紋照合部19aは、第3～第6の実施形態で説明した照合方法を実現する。仮想特徴点生成部30は、入力された細線化指紋画像と特徴点抽出部15によって抽出された特徴点の情報から、仮想特徴点を生成する。また、主・副関係情報抽出部31は、細線化指紋画像、及び、仮想特徴点に関する情報から特徴点間の主・副関係を決定する。

【0129】図30は、図29の装置の動作手順を示すフローチャートである。まず、指紋スキャナ13で多値指紋画像を採取する（ステップS110）。採取された多値指紋画像は、画像記憶部10に記憶される。画像二値化部12は、多値指紋画像を二値化し（ステップS111）、再び画像記憶部10に記憶させる。画像細線化部11は、二値化された指紋画像から指紋隆線の芯線を得るために細線化処理する。細線化された指紋画像は、再び画像記憶部10に記憶される。指紋中心検出部14は、多値画像または、二値化画像などから指紋中心を検出する（ステップS112）。指紋中心の検出方法は、前述したように、従来からいくつかの手法が知られている。

【0130】特徴点抽出部15は、細線化された指紋画像から指紋の特徴点位置を抽出する（ステップS113）。特徴点情報抽出部16は、特徴点位置と細線画像からその特徴点の位置、種類、方向の特徴点情報を検出する（ステップS114）。仮想特徴点生成部30は、特徴点情報と細線化指紋画像から仮想特徴点を生成する（ステップS115）。主・副関係情報抽出部31は、特徴点情報と細線画像から、特徴点・仮想特徴点間の主・副関係を抽出し、その主・副関係情報を特徴点情報に格納する（ステップS116）。

【0131】指紋情報記憶部18は、収集された指紋中心位置、特徴点情報、主・副関係情報をまとめて一つの指紋情報とし、それを記憶する（ステップS117）。登録指紋情報記憶部20は、予め計測された指紋情報を登録してあるデータベースである。

【0132】指紋照合部19aは、生成された指紋情報と、予め登録されている特定の登録指紋情報と照合を行う（ステップS118）。照合方法は、既に説明した第3～第7の実施形態を使用する。

【0133】登録されている指紋情報を登録指紋、登録指紋と一致しているかどうか確かめる指紋を入力指紋と

呼ぶことにすると、図12で説明したように、まず、登録指紋と照合指紋の位置あわせを行う。指紋画像中の指紋の位置は、指紋画像の採取の度に異なる。従って、登録指紋と入力指紋間で共通の座標軸を設定しなければ、特徴点位置の照合は出来ない。共通の座標軸として、例えば、指紋中心を原点とする座標軸を定める。他に、特定の特徴点を原点に取ること、共通の座標軸を設定することも可能である。

【0134】そして、この後の処理は、第3～第7の実施形態で説明した照合方法を適宜組み合わせで実行する。第3～第7の実施形態の照合方法については、前述したので、説明を省略する。

【0135】そして、ステップS119で、照合結果を表示して処理を終了する。図31は、本実施形態をプログラムで実現する場合に必要とされるハードウェア構成の例を示す図である。

【0136】上述した実施形態の処理は、汎用コンピュータ51上で動作するプログラムで実現が可能である。この場合、汎用コンピュータ51は、CPU40にバス41を介して接続された各装置の相互データ交換によって実現される。ROM42には、BIOSなどが組み込まれ、電源投入と同時に、入力装置50等とのデータ交換を可能にする。汎用コンピュータ51を指紋照合専用装置として使用する場合には、ROM42にプログラムを格納することにより、CPU40に実行させるようにしても良い。入出力装置50は、通常、キーボード、マウス、ディスプレイなどからなるが、指紋照合を行う場合には、指紋画像を取得するスキャナが必要となる。

【0137】通常、当該プログラムは、ハードディスクなどの記憶装置47に記憶され、必要に応じてCPU40の指示により、RAM43に展開されて、CPU40によって実行される。あるいは、当該プログラムをフロッピーディスクやCD-ROM、DVD等の可搬記録媒体49に記録して持ち運び可能とし、必要に応じて、記録媒体読み取り装置48に読みとらせて、RAM43に展開し、CPU40に実行させることも可能である。あるいは、可搬記録媒体49からプログラムを記憶装置47に記憶させて、後は、記憶装置47からプログラムをRAM43に読み込んでCPU40に実行させることも可能である。

【0138】また、今日のようにインターネットなどのコンピュータネットワークが発達した環境では、通信インターフェース44を介してネットワーク45に接続し、情報提供者46から当該プログラムをダウンロードして実行することも可能である。あるいは、LANなどにおいてよく行われているように、情報提供者46がLANのサーバのような機能を果たした場合、ネットワーク環境下で、プログラムを情報提供者46から直接ダウンロードすることなくCPU40に実行させることも可能である。また、指紋に関するデータを情報提供者46に

送って処理させ、結果のみを汎用コンピュータ51が受け取るという実行形態も可能である。

【0139】また、入出力装置50（特に、指紋画像読み取りのための装置）を指紋照合を必要とする複数箇所に配置し、その照合処理については、中央に設けられた汎用コンピュータ51で一括して行うようなシステムを組むことも可能である。

<付記>本発明は、以下の形態でも実施可能である。

1. 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する装置において、該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隣線の、該照合対象の特徴点が載っている隣線に対する関係を取得する隣線関係取得手段と、該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隣線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隣線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合する照合手段と、を備えることを特徴とする装置。

2. 前記特徴点に関する情報は、各特徴点に割り当てられた識別子と該特徴点の特徴情報を対応させた形式を有することを特徴とする1に記載の装置。

3. 前記照合対象の特徴点から前記周囲の特徴点の載っている隣線までの隣線本数が一致し、かつ、該周囲の特徴点の特徴情報を所定の範囲内で一致した場合、前記第1及び第2の指紋に含まれる照合対象の特徴点が同一の特徴点であると判定することを特徴とする1に記載の装置。

4. 前記第1と第2の指紋に対して、前記周囲の特徴点の特徴情報が所定の範囲内で一致し、かつ、前記照合対象の特徴点から該周囲の特徴点が載っている隣線までの間にある隣線の本数を該照合対象の特徴点と該周囲の特徴点を結ぶ方向とは異なる方向に同じ数値が一致し、該照合対象の特徴点から該周囲の特徴点が載っている隣線までの間にある隣線の本数を該照合対象の特徴点と該周囲の特徴点とを結ぶ方向に同じ数値が一致した場合、該第1と第2の指紋の照合対象の特徴点が同一の特徴点であると判定することを特徴とする1に記載の装置。

5. 前記第1と第2の指紋の前記周囲の特徴点の位置・種類・方向の少なくとも一つが所定の範囲内で一致した時、該第1と第2の指紋の前記照合対象の特徴点の特徴情報が一致したと判定することを特徴とする1に記載の装置。

6. 前記第1と第2の指紋において、前記照合対象の特徴点の位置、及び、方向が所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合には、照合評価の低い一致であるとすることを特徴とする1に記載の装置。

7. 前記第1と第2の指紋において、前記周囲の特徴点の位置、及び方向が所定の範囲内で一致するが、種類が

異なる場合には、照合評価の低い一致であることを特徴とする1に記載の装置。

8. 前記第1と第2の指紋において、前記照合対象の特徴点の種類が異なる場合、該照合対象の特徴点が載っている隆線と前記周囲の特徴点が載っている隆線の関係を変化させて照合を行うことを特徴とする1に記載の装置。

9. 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋とを照合し、指紋の一致・不一致を判定する装置において、前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成する仮想特徴点生成手段と、該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の該仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得する隆線関係取得手段と、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合する照合手段と、を備えることを特徴とする装置。

10. 前記仮想特徴点に関する情報は、各仮想特徴点に割り当てられた識別子と該仮想特徴点の特徴情報を対応させた形式を有することを特徴とする9に記載の装置。

11. 前記照合対象の特徴点から前記周囲の仮想特徴点の載っている隆線までの隆線本数が一致し、かつ、該周囲の仮想特徴点の特徴情報が所定の範囲内で一致した場合、前記第1及び第2の指紋に含まれる照合対象の特徴点が同一の特徴点であると判定することを特徴とする9に記載の装置。

12. 前記第1と第2の指紋の前記周囲の仮想特徴点の位置・種類・方向の少なくとも一つが所定の範囲内で一致した時、該第1と第2の指紋の前記照合対象の特徴点の特徴情報が一致したと判定することを特徴とする9に記載の装置。

13. 前記第1と第2の指紋において、前記照合対象の特徴点の位置、及び、方向が所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合には、照合評価の低い一致であることを特徴とする9に記載の装置。

14. 前記第1と第2の指紋において、前記周囲の仮想特徴点の位置、及び方向が所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合には、照合評価の低い一致であることを特徴とする9に記載の装置。

15. 前記仮想特徴点は、実在する特徴点を周辺の隆線に投影して生成することを特徴とする9に記載の装置。

16. 前記仮想特徴点の特徴情報を仮想特徴点の投影もとの特徴点の特徴情報とすることを特徴とする15に記載の装置。

17. 前記第1と第2の指紋において、前記照合対象の特徴点の種類が異なる場合、該照合対象の特徴点が載っている隆線と前記周囲の特徴点が載っている隆線の関係を変化させて照合を行うことを特徴とする9に記載の装

置。

18. 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する装置において、前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成する仮想特徴点生成手段と、該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線及び周囲の仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得する隆線関係取得手段と、該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合し、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合することにより、該照合対象の特徴点の一致を判定する照合判定手段と、を備えることを特徴とする装置。

19. 前記照合対象の特徴点が位置及び方向に関し、第1と第2の指紋で所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合、照合結果の評価を低く設定することを特徴とする18に記載の装置。

20. 前記周囲の特徴点、または、前記仮想特徴点が位置及び方向に関し、第1と第2の指紋で所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合、照合結果の評価を低く設定することを特徴とする18に記載の装置。

21. 第1と第2の指紋の前記周囲の特徴点、及び、仮想特徴点を混合した組合せについて照合を行うことを特徴とする20に記載の装置。

22. 前記照合対象の特徴点の前記第1と第2の指紋における一致、前記周囲の特徴点の一致が該照合対象の特徴点について複数生じた場合には、一致の生じた個数に応じて照合結果の評価を高めることを特徴とする18に記載の装置。

23. 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法において、(a) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、(b) 該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合するステップと、を備えることを特徴とする方法。

24. 前記特徴点に関する情報は、各特徴点に割り当てられた識別子と該特徴点の特徴情報を対応させた形式を有することを特徴とする23に記載の方法。

25. 前記照合対象の特徴点から前記周囲の特徴点の載

っている隆線までの隆線本数が一致し、かつ、該周囲の特徴点の特徴情報が所定の範囲内で一致した場合、前記第1及び第2の指紋に含まれる照合対象の特徴点が同一の特徴点であると判定することを特徴とする23に記載の方法。

26. 前記第1と第2の指紋に対して、前記周囲の特徴点の特徴情報が所定の範囲内で一致し、かつ、前記照合対象の特徴点から該周囲の特徴点が載っている隆線までの間にある隆線の本数を該照合対象の特徴点と該周囲の特徴点を結ぶ方向とは異なる方向に計数した値が一致し、該照合対象の特徴点から該周囲の特徴点が載っている隆線までの間にある隆線の本数を該照合対象の特徴点と該周囲の特徴点とを結ぶ方向に計数した値が一致した場合、該第1と第2の指紋の該照合対象の特徴点が同一の特徴点であると判定することを特徴とする23に記載の方法。

27. 前記第1と第2の指紋の前記周囲の特徴点の位置・種類・方向の少なくとも一つが所定の範囲内で一致した時、該第1と第2の指紋の前記照合対象の特徴点の特徴情報が一致したと判定することを特徴とする23に記載の方法。

28. 前記第1と第2の指紋において、前記照合対象の特徴点の位置、及び、方向が所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合には、照合評価の低い一致であるとすることを特徴とする23に記載の方法。

29. 前記第1と第2の指紋において、前記周囲の特徴点の位置、及び方向が所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合には、照合評価の低い一致であるとすることを特徴とする23に記載の方法。

30. 前記第1と第2の指紋において、前記照合対象の特徴点の種類が異なる場合、該照合対象の特徴点が載っている隆線と前記周囲の特徴点が載っている隆線の間隔を変化させて照合を行うことを特徴とする23に記載の方法。

31. 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋とを照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法において、(a)前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、(b)該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の該仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、

(c)該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合するステップと、を備えることを特徴とする方法。

32. 前記仮想特徴点に関する情報は、各仮想特徴点に割り当てられた識別子と該仮想特徴点の特徴情報を対応させた形式を有することを特徴とする31に記載の方

法。

33. 前記照合対象の特徴点から前記周囲の仮想特徴点の載っている隆線までの隆線本数が一致し、かつ、該周囲の仮想特徴点の特徴情報が所定の範囲内で一致した場合、前記第1及び第2の指紋に含まれる照合対象の特徴点が同一の特徴点であると判定することを特徴とする31に記載の方法。

34. 前記第1と第2の指紋の前記周囲の仮想特徴点の位置・種類・方向の少なくとも一つが所定の範囲内で一致した時、該第1と第2の指紋の前記照合対象の特徴点の特徴情報が一致したと判定することを特徴とする31に記載の方法。

35. 前記第1と第2の指紋において、前記照合対象の特徴点の位置、及び、方向が所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合には、照合評価の低い一致であるとすることを特徴とする31に記載の方法。

36. 前記第1と第2の指紋において、前記周囲の仮想特徴点の位置、及び方向が所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合には、照合評価の低い一致であるとすることを特徴とする31に記載の方法。

37. 前記仮想特徴点は、実在する特徴点を周囲の隆線に投影して生成することを特徴とする31に記載の方法。

38. 前記仮想特徴点の特徴情報を仮想特徴点の投影もとの特徴点の特徴情報とすることを特徴とする37に記載の方法。

39. 前記第1と第2の指紋において、前記照合対象の特徴点の種類が異なる場合、該照合対象の特徴点が載っている隆線と前記周囲の特徴点が載っている隆線の間隔を変化させて照合を行うことを特徴とする31に記載の方法。

40. 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法において、(a)前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、(b)該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線及び周囲の仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、(c)該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合し、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合することにより、該照合対象の特徴点の一致を判定するステップと、を備えることを特徴とする方法。

41. 前記照合対象の特徴点が位置及び方向に関し、第

1と第2の指紋で所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合、照合結果の評価を低く設定することを特徴とする40に記載の方法。

42. 前記周囲の特徴点、または、前記仮想特徴点が位置及び方向に関し、第1と第2の指紋で所定の範囲内で一致するが、種類が異なる場合、照合結果の評価を低く設定することを特徴とする40に記載の方法。

43. 第1と第2の指紋の前記周囲の特徴点、及び、仮想特徴点を混合した組合せについて照合を行うことを特徴とする42に記載の方法。

44. 前記照合対象の特徴点の前記第1と第2の指紋における一致、前記周囲の特徴点の一致が照合対象の特徴点について複数生じた場合には、一致の生じた個数に応じて照合結果の評価を高めることを特徴とする40に記載の方法。

45. 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法をコンピュータに実現させるプログラムを記録した記録媒体において、該方法は、(a) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、(b) 該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合するステップと、を備えることを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

46. 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋とを照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法をコンピュータに実現させるプログラムを記録した記録媒体において、該方法は、(a) 前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、

(b) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の該仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている隆線に対する関係を取得するステップと、(c) 該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の仮想特徴点を用いて照合するステップと、を備えることを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

47. 取得した第1の指紋と、予め登録されている第2の指紋を照合し、指紋の一致・不一致を判定する方法をコンピュータに実現させるプログラムを記録した記録媒体において、該方法は、(a) 前記第1と第2の指紋の特徴点に対し、仮想特徴点を生成するステップと、

(b) 該第1及び第2の指紋において、照合対象の特徴点の周囲の特徴点が載っている隆線及び周囲の仮想特徴点が載っている隆線の、該照合対象の特徴点が載っている

隆線に対する関係を取得するステップと、(c) 該第1の指紋において、該周囲の特徴点が載っている隆線が有する、該照合対象の特徴点が載っている隆線との関係と同じ関係を、該第2の指紋において、照合対象の特徴点に対して有している周囲の特徴点を用いて照合し、該第1の指紋において、該周囲の仮想特徴点を用いて照合することにより、該照合対象の特徴点の一致を判定するステップと、を備えることを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【0140】

【発明の効果】隆線がづなでつながっている特徴点のネットワークは、指紋がむずんだり伸び縮みしたり、一部が欠けても、そのネットワーク構造は不変である。そのため、本発明によれば、指紋の隆線構造と特徴点の位置関係を用いて指紋の照合を行うことで、高い照合性能が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】特徴点の方向の定義を説明する図である。

【図2】本発明の注目特徴点の第1の実施形態の照合方法を説明する図(その1)である。

【図3】本発明の注目特徴点の第1の実施形態の照合方法を説明する図(その2)である。

【図4】第1の実施形態におけるデータ構造を示す図である。

【図5】第1の実施形態の処理を示すフローチャート(その1)である。

【図6】第1の実施形態の処理を示すフローチャート(その2)である。

【図7】第1の実施形態の処理を示すフローチャート(その3)である。

【図8】第1の実施形態の処理を示すフローチャート(その4)である。

【図9】本発明の特徴点照合方法の第2の実施形態を示す図(その1)である。

【図10】本発明の特徴点照合方法の第2の実施形態を示す図(その2)である。

【図11】指紋照合法の第1及び第2の実施形態を実現する装置の機能ブロック図である。

【図12】図11の装置の動作手順を示すフローチャートである。

【図13】仮想特徴点(投影特徴点)の例を示す図(その1)である。

【図14】仮想特徴点(投影特徴点)の例を示す図(その2)である。

【図15】データ構造の模式的例を示す図である。

【図16】特徴点の種類が変遷した場合の第4の実施形態について説明する図である。

【図17】特徴点の種類の変遷の別の例を示した図である。

【図18】データ構造の例を示す図である。

【図19】注目特徴点の種類が変遷した様子を示す図である。

【図20】第4と第5の実施形態に従う処理のフローチャート（その1）である。

【図21】第4と第5の実施形態に従う処理のフローチャート（その2）である。

【図22】第4と第5の実施形態に従う処理のフローチャート（その3）である。

【図23】第4と第5の実施形態に従う処理のフローチャート（その4）である。

【図24】第4と第5の実施形態に従う処理のフローチャート（その5）である。

【図25】連鎖照合を説明する図（その1）である。

【図26】連鎖照合を説明する図（その2）である。

【図27】第6の実施形態である、指紋が連鎖的に照合一致しているかどうかを調べる処理のフローチャートである。

【図28】第7の実施形態を説明する図である。

【図29】第3～第7の実施形態を実現する装置の機能

ブロック図を示す図である。

【図30】図29の装置の動作手順を示すフローチャートである。

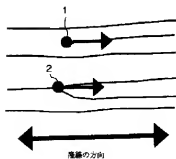
【図31】本実施形態をプログラムで実現する場合に必要なとされるハードウェア構成の例を示す図である。

【符号の説明】

- 10 画像記憶部
- 11 画像細線化部
- 12 画像二値化部
- 13 指紋スキャナ
- 14 指紋中心位置検出部
- 15 特徴点抽出部
- 16 特徴点情報抽出部
- 17 主関係情報抽出部
- 18 指紋情報記憶部
- 19 指紋照合部
- 20 登録指紋情報記憶部
- 21 照合結果表示部
- 19a 指紋照合部
- 30 仮想特徴点生成部
- 31 主・副関係情報抽出部

【図1】

特徴点の方向の定義を説明する図



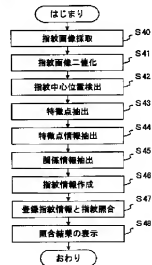
【図4】

第1の実施形態におけるデータ構造を示す図

ID11
位置
種類
方向
0次: ID10
1次: ID9
2次: ID9
-1次: ID12
-2次: ID13
ID12
位置
種類
方向
0次: ----
1次: ----

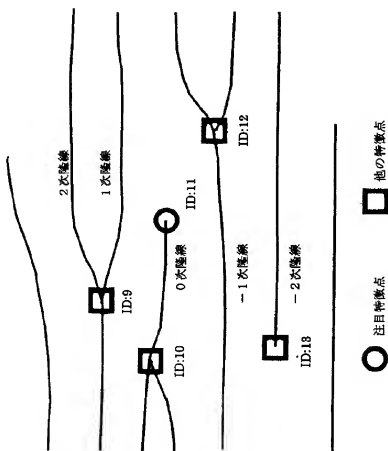
【図12】

図11の装置の動作手順を示すフローチャート



【図2】

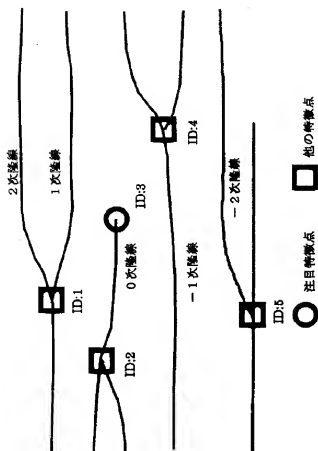
本発明の注目特徴点の
第1の実施形態の照合方法を説明する図
(その1)



【図3】

本発明の注目特徴点の
第1の実施形態の照合方法を説明する図

(その2)



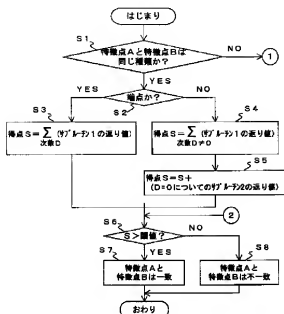
【図18】

データ構造の例を示す図

ID 11
位 置
種 類
方 向
0次の主・ID10
1次の主・ID9
2次の主・ID9
-1次の主・ID12
-2次の主・ID13
0次の副・ID9
1次の副・ID12
2次の副・ID8
-1次の副・ID13
-2次の副・ID12
ID 12
...

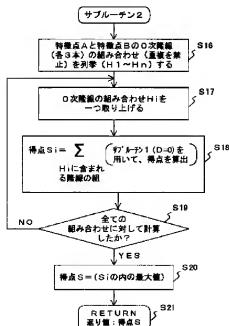
【図5】

第1の実施形態の処理を示すフローチャート（その1）



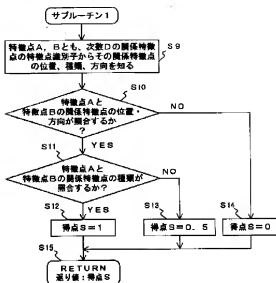
【図7】

第1の実施形態の処理を示すフローチャート（その3）



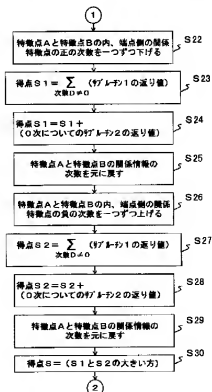
【図6】

第1の実施形態の処理を示すフローチャート（その2）



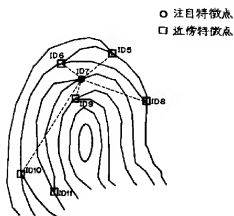
【図8】

第1の実施形態の処理を示すフローチャート（その4）



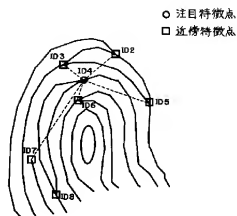
【図9】

本発明の特徴点照合方法の
第2の実施形態を示す図
(その1)



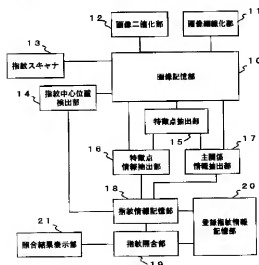
【図10】

本発明の特徴点照合方法の
第2の実施形態を示す図
(その2)



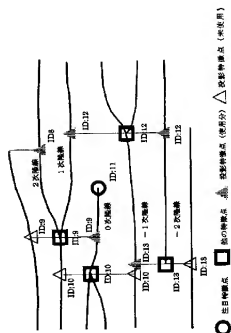
【図11】

指紋照合法の第1及び
第2の実施形態を実現する装置の機能ブロック図



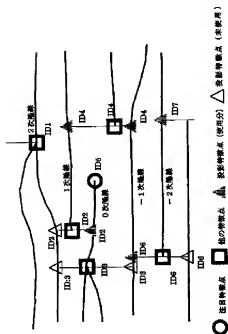
【図13】

仮想特徴点(投影特徴点)の例を示す図
(その1)



【図14】

仮想特徴点(投影特徴点)の例を示す図
(その2)



【図15】

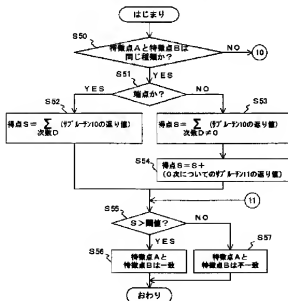
データ構造の模式的例を示す図

ID11
位置
種類
方向
0次の仮想: ID9
1次の仮想: ID12
2次の仮想: ID8
-1次の仮想: ID13
-2次の仮想: ID12
ID12
位置
種類
方向
...

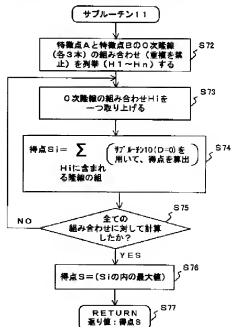
【図23】

【図20】

第4と第5の実施形態に従う処理のフローチャート(その1)

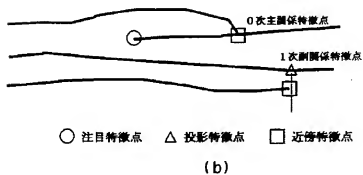
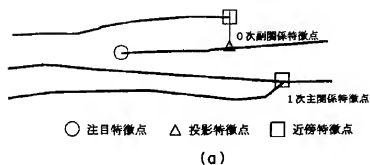


第4と第5の実施形態に従う処理の
フローチャート(その4)



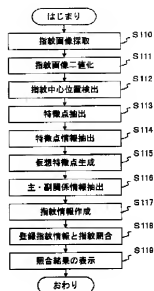
【図16】

特徴点の種類が変遷した場合の
第4の実施形態について説明する図



【図30】

図29の装置の動作手順を示す
フローチャート



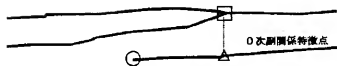
【図17】

特徴点の種類の変遷の
別の例を示した図



○ 注目特徴点 △ 投影特徴点 □ 近傍特徴点

(a)

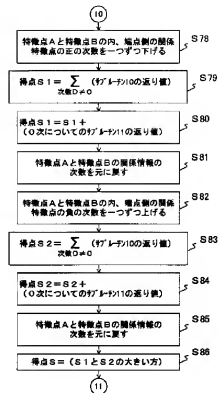


○ 注目特徴点 △ 投影特徴点 □ 近傍特徴点

(b)

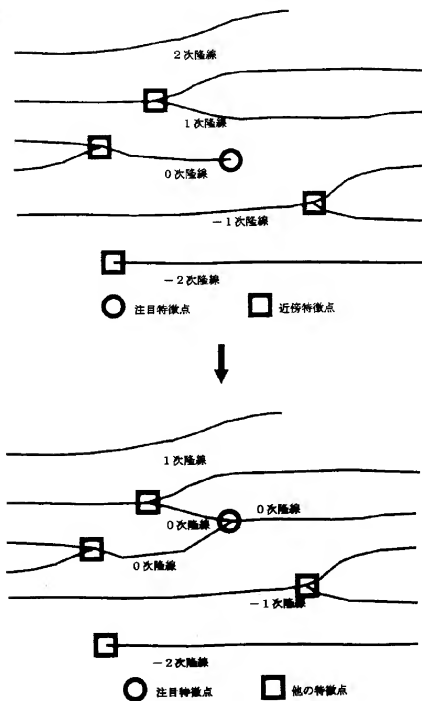
【図24】

第4と第5の実施形態の処理を示す
フローチャート (その5)



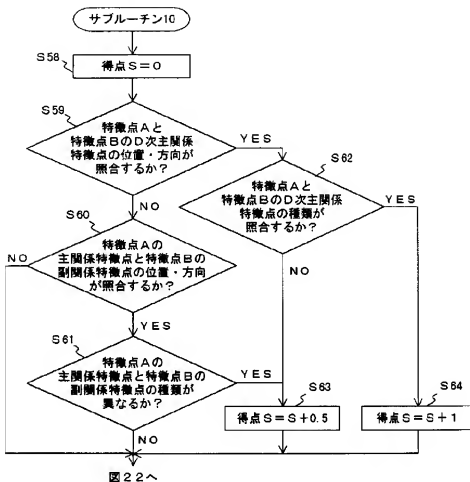
【図19】

注目特徴点の種類が変遷した様子を示す図



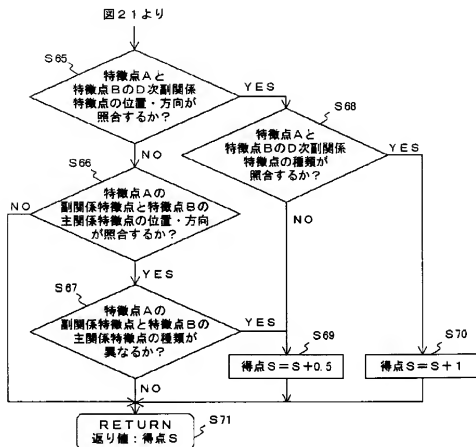
【図21】

第4と第5の実施形態に従う処理のフローチャート（その2）



【図22】

第4と第5の実施形態に従う処理のフローチャート（その3）



【図25】

連鎖照合を説明する図（その1）

● 照合一致の
特徴点

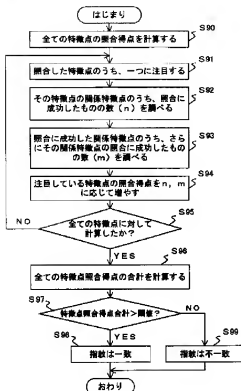
【図26】

連鎖照合を説明する図（その2）

● 照合一致の
特徴点

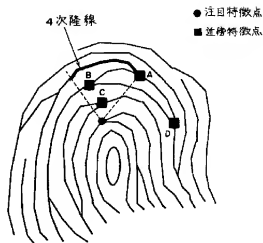
【図27】

第6の実施形態である、指紋が連続的に照合一致しているかどうかを調べる処理のフローチャート



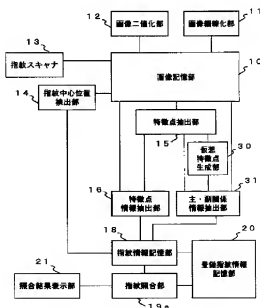
【図28】

第7の実施形態を説明する図



【図29】

第3～第7の実施形態を
実現する装置の機能ブロック図を示す図



【図31】

本実施形態をプログラムで実現する場合に
必要とされるハードウェア構成の例を示す図

